

Philippe Kocher

DIRIGIERENDE MASCHINEN

Musik mit technikgestützter Tempovermittlung

[transcript] Musik und Klangkultur

Philippe Kocher
Dirigierende Maschinen

Musik und Klangkultur | Band 62



Philippe Kocher (Dr. phil), geb. 1973, lehrt Musiktheorie, Komposition und Computermusik an der Zürcher Hochschule der Künste und forscht am dortigen Institute for Computer Music and Sound Technology (ICST). Er studierte Klavier, Musiktheorie, Komposition und Musikwissenschaft in Zürich, Basel, London und Bern.

Philippe Kocher

Dirigierende Maschinen

Musik mit technikgestützter Tempovermittlung

[transcript]

Inauguraldissertation der Philosophisch-historischen Fakultät der Universität Bern zur Erlangung der Doktorwürde, vorgelegt von Philippe Kocher von Selzach.
Von der Philosophisch-historischen Fakultät auf Antrag von Prof. Dr. Anselm Gerhard und Prof. Dr. Michael Harenberg angenommen.
Bern, den 19. März 2021
Die Dekanin: Prof. Dr. Gabriele Rippl

Die Open-Access-Ausgabe wird publiziert mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.



Erschienen 2023 im transcript Verlag, Bielefeld

Umschlaggestaltung: Jan Gerbach, Bielefeld
Umschlagabbildung: Philippe Kocher
Korrektorat: Constanze Lehmann, Berlin
Satz: Jan Gerbach, Bielefeld
Druck: Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar
https://doi.org/10.14361/9783839465042
Print-ISBN 978-3-8376-6504-8
PDF-ISBN 978-3-8394-6504-2
EPUB-ISBN 978-3-7328-6504-8
Buchreihen-ISSN: 2703-1004
Buchreihen-eISSN: 2703-1012

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier mit chlorfrei gebleichtem Zellstoff.

Inhalt

Teil II: Wissenschaftlich-künstlerische Studie

Vorwort

Schon als junger Komponist fesselte mich polyphone und mehrschichtige Musik. Bereits in den Kompositionen, die ich als Student schrieb, wagte ich die ersten Versuche, die Selbständigkeit der einzelnen Instrumentenstimmen auch dadurch zu charakterisieren, dass ich sie parallel in verschiedenen Tempi führte. Viele meiner Kompositionen beinhalten seither tempopolyphone Strukturen. Ebenso fasziniert bin ich von der Möglichkeit, den Computer für musikalische Zwecke zu verwenden. Dies führte mich ebenso zur elektroakustischen Musik wie zur computergestützten algorithmischen Komposition.

Mit meinem Forschungsprojekt zu Musik mit technikgestützter Tempovermittlung ist es mir gelungen, meine verschiedenen Interessen zusammenzubringen und mich gleichermaßen als Komponist, Musikinformatiker und Musikwissenschaftler einzubringen. Also komponierte ich tempopolyphone Musik, programmierte eine Software, die den Musiker·innen die verschiedenen Tempi anzeigt, und versuchte beides theoretisch und historisch zu kontextualisieren. Damit war dieses Projekt von Anfang an ein mehrgleisiges Unterfangen, das von mir verlangte, zwischen verschiedenen Gebieten zu oszillieren. Dies erwies sich als ebenso spannend wie herausfordernd, da alle Gebiete ihrer eigenen Logik folgen, unterschiedliche Ansprüche stellen und einen eigenen Jargon sprechen.

Meine Dissertation konnte ich im künstlerisch-wissenschaftlichen Doktoratsprogramm *Studies in the Arts* (SINTA) der philosophisch-historischen Fakultät der Universität Bern und der Hochschule der Künste Bern realisieren. Dieses Doktoratsprogramm bot mir ein stimulierendes Umfeld. Mein erster Dank gilt meinen beiden Betreuern Prof. Dr. Anselm Gerhard und Prof. Dr. Michael Harenberg für ihre motivierende Unterstützung und die vielen wichtigen Hinweise, Anregungen und Ratschläge, die ich erhalten habe.

Ich hatte das Glück, dass ich die praktischen Teile meiner Forschung im Rahmen meiner Tätigkeit am Institute for Computer Music and Sound Technology (ICST) an der Zürcher Hochschule der Künste durchführen und einen substanziellen Teil meines Arbeitspensums dafür aufwenden konnte. Ebenso wurden etliche Infrastrukturkosten sowie die Honorare für die Konzerte vom ICST ge-

tragen. Für diese Unterstützung möchte ich dem Leiter des ICST, Prof. Germán Toro Pérez, meinen Dank aussprechen.

Bei der Software-Entwicklung im Rahmen dieses Forschungsprojekts erhielt ich substanzielle Hilfe von Christian Schweizer, der nicht nur wesentliche Teile zur Software beigetragen hat, sondern mir auch dank seiner Erfahrung als Informatiker viele praktische Hinweise geben konnte. Ihm möchte ich herzlich danken, ebenso wie Tobja Franz, der den Grundstein für die Web-Browser-Version der Applikation *PolytempoNetwork* legte, die sich in der Praxis als so nützlich erwiesen hat.

Großer Dank gebührt auch den Komponist·innen, die mit ihren Werken zu meinem Forschungsprojekt beigetragen haben: Mathieu Corajod, Kilian Deissler, Cameron Graham, Angel Hernández-Lovera, Carlos Hidalgo, Marc Kilchenmann, Marcelo Lazcano, André Meier, Karin Wetzel und Stefan Wirth. Sie alle haben nicht nur die Konzertveranstaltungen mit wunderbarer Musik bereichert, sondern auch mit ihren kompositorischen Ideen mein Verständnis von tempopolyphoner Musik maßgeblich geprägt. Sie mögen mir verzeihen, dass ich ihre Werke in dieser Arbeit auf nur wenige Aspekte reduziert beschreibe, ich bin mir bewusst, dass dies der künstlerischen Aussage dieser Werke in keiner Weise gerecht wird. Ebenso möchte ich mich bei allen Musiker·innen bedanken, die sich von *PolytempoNetwork* haben dirigieren lassen. Es sind zu viele, um sie hier einzeln namentlich aufzählen, aber ihr engagiertes und professionelles Spiel hat mich immer wieder davon überzeugt, wie lebendig, sprechend und bewegend maschinendirigierte Musik sein kann.

Philippe Kocher, im Juni 2022

Einleitung

Beim Musizieren ist der Mensch der hauptsächliche Akteur bei der Erzeugung des Tempos. Die Fähigkeit, innerlich ein Tempo zu etablieren und die verrinnende Zeit durch eine regelmäßige Pulsation zu strukturieren, ist eine Universalie der Musikausübung[1] und die Grundlage für die Ausführung von mensurierten (notierten) Rhythmen. Wenn mehrere Personen gemeinsamen musizieren, gleichen sie ihre innerlich gefühlten Pulsationen aufeinander ab. Dies gelingt, weil alle Beteiligten – selbst die das Tempo vorgebenden Dirigent·innen – anpassungsfähig sind. Einen musikalischen Puls wahrnehmen und sich zu ihm synchronisieren zu können, ist eine menschenspezifische Fähigkeit, von der sogar angenommen wird, dass sie sich speziell für die Musik entwickelt hat.[2]

Was bedeutet es nun, wenn ein technisches System dem Menschen das Tempo diktiert? Dies ist die Frage, mit der sich die vorliegende Arbeit befasst. Die Auseinandersetzung mit dieser Frage geschieht in zweifacher Weise: Erstens werden vier historische Beispiele für die Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung einer musik- und technikgeschichtlichen Betrachtung unterzogen. Die Sichtweise richtet sich auf das Vergangene und versucht aufzudecken und zu verstehen, unter welchen historischen und gesellschaftlichen Gegebenheiten sich technische Systeme zur Tempovermittlung entwickelt haben. Zweitens werden die Resultate einer praxisbezogenen Studie, bei der selbst ein System zur technikgestützten Tempovermittlung entwickelt und angewendet wurde, dargelegt. Die Sichtweise richtet sich hier auf das Mögliche und fragt, wie heute ein technisches System zur Tempovermittlung aussehen kann und was sich damit künstlerisch erreichen lässt.

Der hier gewählte Ansatz ist transdisziplinär und vereint Musikgeschichte, Technikgeschichte und Medienarchäologie, aber auch Musiktheorie, Musikinformatik und Kompositionspraxis. Eine derart große Breite kann nicht den Anspruch erheben, alle Teilgebiete gründlich zu vertiefen, sie wurde jedoch bewusst gewählt, weil

---

1 Es gibt auch pulsfreie Formen der Musikausübung, die jedoch so viel seltener auftreten, dass man sie als Spezialfälle bezeichnen muss.

2 John Bispham: *Rhythm in Music: What is it? Who has it? And Why?*, in: *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 24 (2006), S. 125–134.

sie ermöglicht, weitreichende Zusammenhänge und disziplinübergreifende Kontexte aufzuzeigen. In diesem Sinne ergänzen sich die historischen Betrachtungen und die auf die Gegenwart ausgerichtete praktische Studie. Durch die Beschäftigung mit der Geschichte kann das gegenwärtige – und möglicherweise auch das zukünftige – künstlerische Handeln verstanden werden. Gleichzeitig ermöglicht die künstlerische Praxis eine Nähe zum Forschungsgegenstand und gestattet damit, eine Perspektive einzunehmen, die bestimmte historische Fragestellungen überhaupt erst aufwirft. Diese gegenseitige Kontextualisierung der historischen und der künstlerisch-praktischen Beschäftigung mit dem Forschungsgegenstand ist dabei nicht beeinträchtigt von der Tatsache, dass die heutige Praxis ganz andere Resultate (Kompositionen und technische Systeme) hervorbringt als die historischen Fallbeispiele.

Die technikgestützte Tempovermittlung ist ein noch wenig erforschtes Gebiet. Zwar existieren zu einzelnen historischen Anwendungsfällen bereits Untersuchungen, aber eine zusammenfassende Darstellung, die sich dieser besonderen Art der Mensch-Maschine-Interaktion widmet, liegt bisher nicht vor. Die vorliegende Arbeit ist ein Schritt in diese Richtung.

Technikbegriff

Zunächst ist es nötig, den in dieser Arbeit verwendeten Technikbegriff zu klären. Das Wort ›Technik‹ wird je nach Kontext anders verwendet und verstanden. Es gibt, besonders in den Geisteswissenschaften, einen weiten Technikbegriff, »der jede Art von kunstfertiger Verfahrensroutine in beliebigen menschlichen Handlungsfeldern umfasst«.[3] Spricht man von der Technik des Klavierspiels oder der Technik des Kopfrechnens, sind damit nicht künstliche Geräte gemeint, sondern eine zielgerichtet eingesetzte Fertigkeit des menschlichen Handelns. Um den Technikbegriff zu strukturieren, unterscheidet Friedrich von Gottl-Ottlilienfeld innerhalb dessen, was er als »Technik im allgemeinen« bezeichnet, für verschiedene Bereiche menschlichen Handelns die »Individualtechnik« (z. B. Klavierspiel), die »Sozialtechnik« (z. B. Staatsverwaltung) und die »Intellektualtechnik« (z. B. Kopfrechnen). Daneben stellt er die »Technik im besonderen«, die er »Realtechnik« nennt und zu der er alle »Verfahren und Hilfsmittel des naturbeherrschenden Handelns« zählt.[4]

In den Technikwissenschaften und tendenziell auch in der Umgangssprache herrscht ein enger Technikbegriff vor, der einzig die gegenständliche Welt der Maschinen und Apparate meint. An Gottl-Ottlilienfelds Realtechnik anschließend entwirft der Technikphilosoph Günther Ropohl folgende Definition: »Technik umfasst

3 *Günter Ropohl: Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*, 3., überarbeitete Auflage, Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe 2009, S. 29.

4 Friedrich von Gottl-Ottlilienfeld: *Wirtschaft und Technik*, Tübingen: J. C. B. Mohr 1923 (Grundriss der Sozialökonomie, II. Teil), S. 7–9.

(a) die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme), (b) die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen und (c) die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.«[5] Diese technikwissenschaftliche Definition gilt auch für die Verwendung des Begriffs Technik in dieser Arbeit.

Technisch ausgeführte Musik

Der thematische Rahmen für die vorliegende Arbeit ist die ebenso alte wie bedeutsame Verbindung von Musik und Technik. Thor Magnusson argumentiert, dass die Musikausübung schon immer an der vordersten Front des menschlichen Werkzeuggebrauchs stand und dass die Zweckbestimmung dieser Werkzeuge – von simplen Höhlenflöten zu Harfen, Orgeln, mechanischen Klavieren, Musikautomaten, elektronischer Klangerzeugung und Computersoftware – stets der musikalische Ausdruck war: »[I]f there is anything that might best exemplify human nature, it might be our technologies for musical expression«.[6]

Das Bestreben, die Musik an nicht-menschliche Agenten zu delegieren und damit auch den zeitlichen Ablauf der Musik in einem Programm festzuhalten, brachte Musikautomaten hervor.[7] Für deren Bau und Verwendung reichen die Zeugnisse weit zurück: Die drei Brüder Banū Mūsā, die im 9. Jahrhundert in Bagdad lebten, erschufen einen automatischen Flötenspieler, der islamische Ingenieur Al-Dschazarī baute im 12. Jahrhundert ein Boot mit vier automatischen Musikern (zwei Trommler, ein Harfenspieler und ein Flötist), das auf einem See schwamm und die königlichen Gäste unterhielt.[8] Diese arabischen Ingenieure bezogen sich auf die Überlieferung der Arbeiten des griechischen Mathematikers und Ingenieurs Heron von Alexandria aus dem 1. Jahrhundert v. u. Z.[9] Verantwortlich dafür, dass dieses Wissen in der frühen Neuzeit schließlich nach Europa überliefert wurde, waren der italienische Naturphilosoph Giambattista Della Porta, der englische Arzt und Philosoph Robert Fludd und vor allem der deutsche

5 Ropohl: *Allgemeine Technologie*, S. 31; diese Definition wurde auch in die Richtlinie 3780 *Technikbewertung – Begriffe und Grundlage* des VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V.) übernommen.

6 Thor Magnusson: *Sonic Writing. Technologies of Material, Symbolic and Signal Inscriptions*, New York: Bloomsbury Academic 2019, S. 1 f.

7 Die Zusammenhänge, die zwischen den Entwicklungen verschiedener programmierbar ablaufender Maschinen (Rechnern, Musikautomaten und Webstühlen) bestehen, skizziert *Teun Koetsier: On the prehistory of programmable machines: Musical automata, looms, calculators, in: Mechanism and Machine Theory* 36 (2001), S. 589–603.

8 Zu arabischen Musikautomaten vgl. Siegfried Zielinski/Eilhard Wiedemann: *Allah's Automata: Artifacts of the Arab-Islamic Renaissance (800–1200)*, Ostfildern: Hatje Cantz 2015.

9 Ebd., S. 21.

Universalgelehrte Athanasius Kircher.[10] In seiner *Musurgia Universalis* formulierte Kircher 1650 die Prinzipien der mechanischen Steuerung von Musikautomaten.[11]

Spieluhren, Orchestrien und Automaten sind ein unterschätztes Kapitel der europäischen Musikgeschichte. Von musizierenden Maschinen, deren technische Raffinesse sich parallel mit den Fortschritten des Uhrmacherhandwerks entwickelte, ging eine große Faszination aus. Jaques de Vaucanson, der als Konstrukteur von Automaten Berühmtheit erlangte, präsentierte 1737 der Öffentlichkeit seinen automatischen Flötenspieler. Diese lebensgroße Figur besaß ein Repertoire von zwölf Liedern, die auf einer mechanischen Stiftwalze gespeichert waren. Johann Joachim Quantz schien solche Automaten gekannt zu haben. Er erwähnt sie in seinem *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen:*

> Man könnte eine musikalische Maschine durch Kunst zubereiten, daß sie gewisse Stücke mit so besonderer Geschwindigkeit spielete, welche kein Mensch, weder mit den Fingern, noch mit der Zunge nachzumachen fähig wäre. Dieses würde auch wohl Verwunderung erwecken; rühren aber würde es niemals […].[12]

Auch wenn Quantz hier die mangelnde Ausdrucksfähigkeit der mechanischen Musikwiedergabe kritisiert, scheint doch die »Verwunderung« so sehr ein Kriterium gewesen zu sein, dass sich etliche Komponisten mit Automaten befassten und Originalkompositionen für Flötenwerke oder Spieluhren schrieben, z. B. Georg Friedrich Händel (HWV 473, 578, 587–604), Joseph Haydn (Hob. XIX:1–32), Wolfgang A. Mozart (KV 594, 608, 616, zwei Fragmente KV 593a und 615a)[13] und Ludwig van Beethoven (WoO 33).

Mechanische Musikinstrumente fanden immer größere Verbreitung, ihre Blütezeit lag zwischen der Mitte des 19. Jahrhunderts und dem Ersten Weltkrieg.[14] Die Stiftwalze als Informationsträger wurde um 1880 durch pneumatisch abgetastete Lochstreifen, die erst aus Karton und später aus Papier gefertigt wurden, ersetzt.[15]

---

10 Vgl. Siegfried Zielinski: *Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens*, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch 2002.

11 Athanasius Kircher: *Musurgia universalis sive Ars magna consoni et dissoni in X libros digesta*, Rome: Francesco Corbelletti 1650; deutsche Übersetzung von Günter Scheibel, hg. von Markus Engelhardt und Christoph Hust auf: https://www.hmt-leipzig.de/home/fachrichtungen/institut-fuer-musikwissenschaft/forschung/musurgia-universalis/volltextseite.

12 Johann Joachim Quantz: *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen*, Berlin 1752, S. 113.

13 Zu Mozart und seiner Fantasie in f-Moll für eine mechanische Orgel KV 608, vgl. Annette Richards: *Automatic Genius: Mozart and the Mechanical Sublime, in: Music & Letters* 80 (1999), S. 366–389.

14 Peter Reidemeister: *Körper, Seele, Musik, Maschine – Relationen und Wandlungen*, in: Michael Harenberg/Daniel Weissberg (Hg.), *Klang (ohne) Körper. Spuren und Potenziale des Körpers in der elektronischen Musik*, Bielefeld: transcript, S. 45–74, hier S. 65.

15 Ebd., S. 68.

Eine spezielle Form dieser Musikautomaten stellen die automatischen Klaviere dar. In ihrer Form als ›Reproduktionsklaviere‹ wurden sie verwendet, um das aufgezeichnete Spiel bekannter Pianisten wiederzugeben. Im 20. Jahrhundert begannen etliche Komponisten damit, Musik speziell für automatische Klaviere zu schreiben.

Obwohl schon früher Einflüsse der Technik auf die Kunst feststellbar sind, kam um 1920 an vielen Orten eine veritable Maschinenästhetik auf. Das Interesse an der maschinellen Wiedergabe der Musik richtete sich auf zwei Aspekte: Erstens die Objektivität, die durch die Vermeidung von menschlichen Interpret·innen erreicht werden konnte, und zweitens die neue Ästhetik, die durch die Überwindung der menschlichen Grenzen möglich wurde. »For the immediate future there will be only two kinds of music, the Banal, and the Mechanistic«, sagte George Antheil 1922 voraus.[16] Der deutsche Musikwissenschaftler und Musikkritiker Hans Heinz Stuckenschmidt stellte gar die zugespitzte Behauptung auf, dass in wenigen Jahren die Rolle des Interpreten der Vergangenheit angehöre und die Zukunft in der mechanischen Musik liege, weshalb die Intuition des Komponisten nun beginnen dürfe, »über die Grenze der vom Menschen ausführbaren Techniken hinauszuführen«.[17]

Bei den Donaueschinger Kammermusiktagen fand 1926 ein Konzert mit dem Titel »Originalkompositionen für mechanische Instrumente« statt. Alle Stücke waren für ein Selbstspielklavier der Firma Welte-Mignon komponiert. Dass dieses Konzert einen Beitrag leisten sollte, eine neue Musikgattung zu etablieren, kommt in Paul Hindemiths Progammhefttext deutlich zum Ausdruck:

> Zudem fehlen bis jetzt (von einigen Ausnahmen abgesehen) fast gänzlich Originalkompositionen von Qualität für ›mechanische‹ Instrumente. Erst wenn eine selbständige, spezifische Literatur vorhanden ist, wird man die Möglichkeit zu ernsthafter Debatte haben. […] Die Kompositionen sind teils von der Firma Welte nach der schriftlichen Vorlage der Komposition gestanzt […], teils wurden sie von den Autoren selbst auf die Rolle geschrieben […][18]

Im darauf folgenden Jahr fand im Rahmen desselben, nunmehr nach Baden-Baden verlegten Musikfests ein weiteres Konzert statt, das mit »Originalwerke für mechanische Instrumente« überschrieben war. In einer wiederum im Programmheft erschienenen Erörterung zur mechanischen Musik misst Hindemith der vom Komponisten eigenhändig in die Notenrolle gestanzten Musik eine besondere Bedeutung zu:

---

16 George Antheil: *Jazz, in: Der Querschnitt* 2 (1922), S. 172 f.

17 Hans Heinz Stuckenschmidt: *Die Mechanisierung der Musik*, in: Pult und Taktstock 2 (1925), zit. nach Nils Grosch: *Die Musik der Neuen Sachlichkeit*, Stuttgart u. a.: Metzler 1999, S. 51.

18 Paul Hindemith: *Zu unserem Programm, in: Aufsätze, Vorträge, Reden*, hg. von Giselher Schubert, Zürich: Atlantis 1994, S. 16–18, hier S. 16 f.

> Nur die vom Komponisten beschriebene Rolle kann uns hier interessieren. Sie allein ist geeignet, Musik zu übertragen, die höchsten künstlerischen Ansprüchen zu genügen befähigt ist. Sie ist die eigentliche ›mechanische Musik‹.[19]

Damit rückt Hindemith vor allem seine eigene Arbeit ins richtige Licht. Wenn er schon nicht der Erste war, der mechanische Musik komponierte, wollte er wenigstens ein Hauptvertreter der ›eigentlichen‹ Ausprägung dieser musikalischen Gattung sein. Darin zeigt sich auch ein Aspekt dieser Bestrebungen zur Objektivierung der Musik: Auch wenn man den Menschen als Interpreten vermeiden wollte, der Komponist als Subjekt blieb weiterhin im Zentrum. Im selben Text diskutiert Hindemith auch die geläufigen Argumente für und gegen die mechanische Musik und plädiert schließlich dafür, sie als eigenständige Form des Musizierens anzusehen, weil sie die von Menschen gespielte Musik nicht konkurrenziere, sie weder nachahmen noch ersetzen wolle. Gleichzeitig warnt er aber auch vor technischen Spielereien, die sich selbst genügen:

> Wohl ist es verlockend, auf einem elektrischen Klavier ohne Mühe Stellen spielen zu lassen, die sechs Hände nicht bewältigen könnten, aber hier ist es gerade wie in der ›anderen‹ Musik auch: Es ist vollkommen uninteressant, ob ein Stück mehr oder weniger brillant geschrieben ist, wenn der musikalische Inhalt wertlos ist. Die Vorzüge des Apparats liegen lediglich in seiner absoluten Eindeutigkeit, Klarheit, Sauberkeit und der Möglichkeit höchster Präzision – Eigenschaften, die das menschliche Spiel nicht besitzt, deren es auch nicht bedarf.[20]

Stimmen für eine technische, nicht vom Menschen eingeschränkte Musikwiedergabe erklangen auch in Frankreich. In einem Interview mit der französischen Literatur- und Kunstzeitung *Comœdia* äußerte Arthur Honegger 1928 seine Ansichten zur mechanischen Musik:

> La musique mécanique permet d'établir l'interprétation-type. L'avenir est dans l'orchestre uniquement mécanique, qui offrira d'abord l'avantage de ne plus être limité par les possibilités humaines d'étendue et de durée. […] Je crois à l'avenir de la mécanique dans le domaine musical, au développement de la musique par la machine et peut-être – peut-être – à la résurrection du théâtre lyrique par les moyens scientifiques modernes, seuls capables de résoudre les problèmes créés par les exigences grandissantes des interprètes humains.

19 Paul Hindemith: *Zur mechanischen Musik*, in: Ebd., S. 19–24, hier S. 20.

20 Ebd., S. 22.

– En les supprimant?

– Oui.[21]

Natürlich lösten solche Technikverherrlichungen immer auch heftigen Widerspruch aus. Stellvertretend sei hierfür der deutsche Musikkritiker und Musikessayist Adolf Weißmann genannt, der 1928 ein Buch mit dem Titel *Die Entgötterung der Musik* veröffentlichte, in dem er die Auswirkungen der modernen Technik auf die Musik kritisiert:

> Das Schwerste, ja das Unerhörte, das noch in keiner Periode der Musikentwicklung aufgetreten ist, ist die Maschine, der Mechanismus, der den musizierenden Menschen entwurzeln will. Ob und wie es ihm gelingen wird, sich mit ihr auseinanderzusetzen, ob der neue Mensch sich gerade musikschaffend oder anders betätigen wird, läßt sich nicht prophezeien. Die technischen Umwälzungen schreiten fort; der Mensch wandelt mit ihnen. Wir wissen von einer vergangenen göttlichen Musik; hoffen auf das Genie, das auch über die Maschine siegt.[22]

Bei den Annäherungen an die Technik in den 1920er Jahren ging es um ein Entweder-oder: Eine von der Subjektivität der Interpretation und den Grenzen der menschlichen Möglichkeiten befreite Musikpraxis wurde einer ausdrucksvollen, menschlichen gegenübergestellt. Im weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts kam es zu einer zunehmenden Technisierung der Gesellschaft, was auch in verschiedener Weise in der Musik Spuren hinterließ. An die Stelle der Alternative ›Mensch oder Maschine‹ tritt die Mensch-Maschine-Verbindung.[23] Das zeigt sich besonders in der Verwendung von elektronischen Musikinstrumenten und des Computers, aber auch daran, dass kompositorische Konzepte der Musik des 20. Jahrhunderts sich immer stärker an einem naturwissenschaftlichen oder technischen Denkideal orientieren. ›Mathematische‹ Konzepte und Verfahrensweisen lassen sich

---

21 Comœdia, 23. Februar 1928, S. 1. »Die mechanische Musik erlaubt es, Modellinterpretationen festzulegen. Die Zukunft liegt im vollständig mechanischen Orchester, das vor allem den Vorteil bieten wird, in Umfang und Dauer nicht mehr durch die menschlichen Möglichkeiten eingeschränkt zu sein. […] Ich glaube an die Zukunft der Mechanik in der Musik, an die Entwicklung von Musik durch Maschinen und vielleicht – vielleicht – an die Auferstehung der Oper durch moderne wissenschaftliche Mittel, die allein dazu in der Lage sind, die Probleme zu lösen, die durch die wachsenden Anforderungen an die menschlichen Darsteller entstehen.« – »Indem man sie abschafft?« – »Ja.« (Übersetzung des Autors).

22 Adolf Weißmann: *Die Entgötterung der Musik*, Stuttgart u. a.: Deutsche Verlags-Anstalt 1928, S. 106.

23 Marion Saxer: *Spiel (mit) der Maschine. Musikalische Medienpraxis in der Frühzeit von Phonographie, Selbstspielklavier, Film und Radio*, Bielefeld: transcript 2016, S. 22.

z. B. im Serialismus und in anderen musterbasierten Kompositionsstilen finden.[24] Dass dies nicht zwingend bedeutet, dass damit auch eine Entmenschlichung des musikalischen Ausdrucks angestrebt wurde, zeigt sich in einer Äußerung von Elliott Carter, dessen Musik gerade als Beispiel für komplexe Musik gerne genannt wird. Zu Conlon Nancarrow und seinen *Studies for Player Piano* sagt Carter:

> I've got a funny feeling about that because of this friend of mine who's written so many pieces for player piano. They are so mechanical. He's really carried it out to a degree that I've never heard in electronic music. This mechanical aspect is something I don't like. To me, performance of music depends a great deal on the imagination of the performer, and I see my music as something that is going to be played by people, and something that is going to interest them.[25]

Diese Haltung, für die Carter hier beispielhaft steht, ist bis heute weit verbreitet. Auch wenn die Techniknutzung in der Musik unserer Zeit kaum mehr als Besonderheit zu bezeichnen ist, wird dennoch oftmals Wert darauf gelegt, dass sich in irgendeiner Weise menschliche Subjektivität zeigt. Es scheint geradezu zwingend zu sein, dass gewisse Aspekte des musikalischen Ausdrucks menschlich bleiben. Vielleicht steckt die Angst dahinter, als Mensch ersetzbar zu sein.[26]

Auch bei der im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Studie zur technikgestützten Tempovermittlung ließ sich das beobachten: Eine häufige Reaktion – nicht auf ein gehörtes Stück, sondern nur schon auf die verbale Schilderung, dass das Tempo technisch vorgegeben werde – war Ablehnung. Oft wurde befürchtet, dass das technisch vermittelte Tempo dem musikalischen Vortrag seine Flexibilität und damit seine Menschlichkeit nehme, und es wurde a priori angenommen, dass technikgestützte Tempovermittlung für die meiste Musik gar nicht zu einem ästhetisch erstrebenswerten Resultat führen könne. Die Feststellung, dass die technikgestützte Tempovermittlung die menschliche Flexibilität einschränkt, ist richtig. Man möchte ihr aber entgegenhalten, dass nicht nur danach gefragt werden sollte, was die technikgestützte Tempovermittlung *verunmöglicht*, sondern auch danach, was sie im Gegenzug *ermöglicht.*

---

24 Vgl. dazu Martha Brech: »Können eiserne Brücken nicht schön sein?«. Über das Zusammenwachsen von Technik und Musik im 20. Jahrhundert, Hofheim: Wolke 2006.

25 Cole Gagne/Tracy Caras: *Soundpieces. Interviews with American Composers*, Metuchen: Scarecrow Press 1982, S. 90.

26 Vgl. dazu Matthias Zehnder: *Die digitale Kränkung. Über die Ersetzbarkeit des Menschen*, Basel: NZZ Libro 2019.

Die Geschichte der technikgestützten Tempovermittlung

Die in dieser Arbeit untersuchten Fallbeispiele stehen für exemplarische historische Konstellationen und unterscheiden sich stark voneinander. Sie zeigen die Breite der möglichen Anwendungen, die unter dem Begriff technikgestützte Tempovermittlung zu fassen sind. Das gemeinsame Thema, das die Fallbeispiele verbindet, ist die Verwendung technischer Werkzeuge zur Übermittlung des musikalischen Tempos an menschliche Akteure. Die Unterschiede liegen in der Art der verwendeten technischen Mittel und in der Weise, in der das Tempo den Musiker·innen angezeigt wird. Die Unterschiede liegen auch in den künstlerischen Zielen, die durch die technikgestützte Tempovermittlung angestrebt werden. Es kann sich dabei um die ›mechanische‹ Objektivierung des Tempos handeln, die Synchronisation von Musiker·innen untereinander oder zu einem Medienzuspiel oder die Realisierung von ›unspielbar‹ komplizierten Tempostrukturen, wie sie z. B. bei der Tempopolyphonie auftreten. Ebenso steht jedes Fallbeispiel in seinem eigenen technikgeschichtlichen Kontext. Die zur Verfügung stehenden technischen Mittel – das kann z. B. das Uhrwerk, die Telegrafie, der Film oder die Computertechnik sein – werden aufgegriffen und den Bedürfnissen der Musikpraxis angepasst.

Ziel der Untersuchung der historischen Beispiele ist, anhand der Erkenntnisse, die sich aus der Betrachtung vergangener Techniknutzungen ergeben, ein Verständnis für die heutige Praxis zu erlangen. Dieses Ziel folgt der Theorie der Medienarchäologie, die sich der Vergangenheit zuwendet, um die Gegenwart zu verstehen, und sich dabei auch explizit um vergessene und fragmentarisch überlieferte Techniken kümmert: »Media archaeology is introduced as a way to investigate the new media cultures through insights from past new media, often with an emphasis on the forgotten, the quirky, the non-obvious apparatuses, practices and inventions.«[27] In diesem Sinne sollen die historischen Fallbeispiele hier nicht als Schritte in einer geradlinigen Evolution der Systeme zur technikgestützten Tempovermittlung verstanden werden. Auch wenn es Parallelen zu den heutigen Techniken gibt, dürfen die historischen Techniken nicht einfach auf den Status von bloßen Vorläufern reduziert werden. Es geht nicht um die Suche nach historischen Kontinuitäten oder dem Ursprung der technikgestützten Tempovermittlung, sondern um das Verständnis, das man erlangt, wenn man die historischen Fälle in ihrer Individualität betrachtet. Die Reihenfolge, in der die historischen Fallbeispiele in dieser Arbeit abgehandelt werden, folgt der Assoziation des Ausgrabens. Das Vorgehen ist chronologisch ›rückwärts‹, ausgehend vom jüngsten und der heutigen Praxis am nächsten stehenden Beispiel werden immer tiefere Sedimentschichten freigelegt.

Das erste Kapitel befasst sich mit dem Komponisten Emmanuel Ghent, dessen Pionierleistung darin bestand, ein Verfahren zu entwickeln, um einen tempopoly-

27 Jussi Parikka: *What is Media Archaeology?*, Cambridge: Polity Press 2012, S. 2.

phonen Click-Track herzustellen. Dieses Verfahren ermöglichte ihm, seine tempopolyphone Musik aufzuführen, und gleichzeitig spornte es ihn an, besonders anspruchsvolle Tempostrukturen zu entwerfen. Die von Ghent erhaltenen Beschreibungen der einzelnen Produktionsschritte dokumentieren, mit wie viel Aufwand die Herstellung eines solchen Click-Tracks verbunden war. Zwei Werke der Komponisten Henry Cowell und Elliott Carter bieten dazu ergänzende Gegenbeispiele. Sie besitzen beide eine komplexe rhythmische Struktur, wurden aber nicht für die Aufführung mit einem Click-Track komponiert. Carter verwendete nie ein technisches Hilfsmittel zur Tempovermittlung und fand in der rhythmischen Ausdifferenzierung genügend Möglichkeiten, um zu einer musikalischen Mehrschichtigkeit zu gelangen. Cowell wollte mit seinem Werk eine spekulative Rhythmustheorie exemplifizieren und nahm dafür in Kauf, dass sein Werk unspielbar war – zumindest bis zu jenem Zeitpunkt, an dem man doch einen Click-Track zur Hilfe nahm.

Das zweite Kapitel befasst sich mit der Filmmusik und dokumentiert zahlreiche technische Verfahren, die in der Zeit von Mitte der 1910er bis Anfang der 1930er Jahre entwickelt wurden. Sie wurden verwendet, wenn die Musik mit dem Bild genau übereinstimmen musste, z. B. bei der Lichtspieloper. Den Musiker·innen wurde das Tempo angezeigt, indem entweder auf dem Filmbild ein Taktgeber (ein Dirigent, ein Lichtsignal) zu sehen war oder ein Notenband synchron mitlief. Diese Verfahren wurden zunächst bei Live-Musik zur Filmvorführung angewendet und später bei Tonaufnahmen im Studio. Als sich Ende der 1920er Jahre der Tonfilm durchsetzte, konnten Bild und Musik in einer noch nie dagewesenen Genauigkeit koordiniert werden. Diese Genauigkeit war neu und faszinierte die Filmmusikkomponisten, entsprechend gründlich wurden ihre Möglichkeiten ausgeschöpft. Man kann in diesem Sinne die Ästhetik des Mickey-Mousing als eine Reaktion auf die Möglichkeiten der Technik verstehen.

Das dritte Kapitel wendet sich einer Kuriosität aus der Mitte des 19. Jahrhunderts zu. 1855 verwendete Hector Berlioz – und auch noch einige andere, weniger prominente Kapellmeister – ein *métronome électrique.* Es handelte sich dabei um eine Apparatur, bei der am Dirigentenpult eine Taste betätigt werden konnte, um an einer anderen Stelle elektromagnetisch einen Taktstock zu bewegen und damit z. B. einen Chor hinter der Bühne zu dirigieren. Ein technikgeschichtlicher Zusammenhang lässt sich leicht finden: Die Elektrizität und die Telegrafie, zwei der wichtigsten technischen Neuerungen dieser Zeit, wurden hier für eine musikalische Anwendung übernommen. Aber es zeigt sich auch die Bedeutung der beteiligten Akteure. Bei diesem Beispiel in der Person des exzentrischen, aber auch an Naturwissenschaft interessierten Hector Berlioz, der eine solche Apparatur für seine Musik verwendete.

Das vierte Kapitel widmet sich Mälzels Metronom, insbesondere seiner Vorgeschichte. Etliche Verfahren, um das musikalische Tempo mechanisch zu erfassen, sind dem Metronom vorausgegangen. Es wäre jedoch eine Vereinfachung, sie

alle in eine Linie zu stellen und jede Verwendung eines Fadenpendels oder eines Uhrwerks zur Bestimmung des musikalischen Tempos als ›frühes Metronom‹ zu bezeichnen. Vielmehr muss differenziert werden, welche Bedeutung die Akteure aus Wissenschaft, Musikpraxis und Mechanik hatten und wie sie miteinander interagierten. Im Gegensatz zu der umfangreich vorliegenden Fachliteratur, die dieses Thema im Hinblick auf die historische Aufführungspraxis behandelt, wird hier der Fokus stärker auf die technikgeschichtliche Entwicklung gelegt: Die Suche nach einer Methode, das ›richtige‹ Tempo festzuhalten, wird in einen Zusammenhang mit den Entwicklungen der Wissenschaft und der Uhrmacherkunst gebracht.

Studie

Der zweite Teil dieser Arbeit stellt den historischen Betrachtungen eine praxisbasierte Studie gegenüber. So unterschiedlich und individuell wie die betrachteten historischen Fallbeispiele sind, versteht sich auch diese Studie als ein einzelner, exemplarischer Fall für die Anwendung von technikgestützter Tempovermittlung. Sie steht ebenso in einem technikgeschichtlichen Kontext, bei dem es sich hier um das frühe 21. Jahrhundert handelt, und sie ist ebenso geprägt von der Arbeit und der Interaktion der beteiligten Personen. Bei der Diskussion dieser Studie werden nicht nur die technischen Mittel und ihre Verwendung in Betracht gezogen, sondern auch ein Fokus auf die künstlerische Praxis und die entstandenen Werke gelegt.

Im fünften Kapitel wird die gesamte Studie überblickt und die Rahmenbedingungen, Zielsetzungen, Fragestellungen und Vorgehensweisen beschrieben. Für die hier beschriebene Studie wurde selbst Technik entwickelt und keine bestehenden Produkte verwendet. Dadurch konnte auch die Wechselwirkung, die sich zwischen technischer Entwicklung und künstlerischer Anwendung ergibt, thematisiert werden. Verschiedene Komponist·innen wurden beauftragt, Werke zu schreiben, und es wurden einige Konzerte durchgeführt, in denen die aufführungspraktischen Wirkungen beobachtet werden konnten.

Die technischen Entwicklungen, die im Rahmen der Studie entstanden sind, werden im sechsten Kapitel genauer beleuchtet. Es handelt sich um zwei Applikationen. Die erste Applikation dient zur Tempovermittlung mittels mehrerer in einem lokalen Netzwerk verbundener Computer. Die zweite Applikation ist ein Hilfsmittel zur Konstruktion von Tempostrukturen. In ihr ist auch ein Verfahren implementiert, das die mathematischen Probleme löst, die sich bei der kontrapunktischen Koordination verschiedener Temposchichten ergeben.

Im siebten Kapitel werden die aufführungspraktischen Möglichkeiten, die sich durch technikgestützte Tempovermittlung ergeben, diskutiert. Dazu werden die Erkenntnisse, die aus der Aufführung der Werke und der Anwendung der Applikationen in der Praxis entstanden sind, ausgewertet. Zentral ist dabei die Frage, ob es Musik gibt, bei der die technikgestützte Tempovermittlung nicht

nur ein Hilfsmittel, sondern eine Notwendigkeit ist, und ob dies zu Phänomenen führt, die sich auch der Wahrnehmung des Publikums erschließen.

Das achte Kapitel schließlich beleuchtet die Kompositionsprozesse und verfolgt die Frage, welche dialektische Beziehung zwischen technikgestützter Aufführungspraxis und kompositorischem Denken besteht. Da es sich bei den Werken, die im Rahmen der Studien entstanden sind, um traditionell notierte Instrumentalmusik handelt, bietet es sich an, die Notate (Skizzen und Reinschriften) zu untersuchen. Die Betrachtung der Kompositionsprozesse anhand der Schreibprozesse ist aber noch aus einem weiteren Grund interessant. Die traditionelle Partiturdarstellung eignet sich schlecht für tempopolyphone Musik und behindert so viele Vorgänge, bei denen das Schreiben selbst ein Teil des musikalischen Erfindens ist. Auf diese Schwierigkeiten reagierten die Komponist·innen mit Arbeitsstrategien, die – wie sie auch immer geartet waren – Auswirkungen auf die Musik hatten.

Teil I: Musikgeschichte/Technikgeschichte

1. Experimentelle Tempogestaltung: Emmanuel Ghent und das Coordinome

> Rhythm has been a most unyielding problem in recent music, as viewed from the difficulties it presents in notation, performance, and perception, not to mention the very process of composition itself.
> *Emmanuel Ghent*[1]

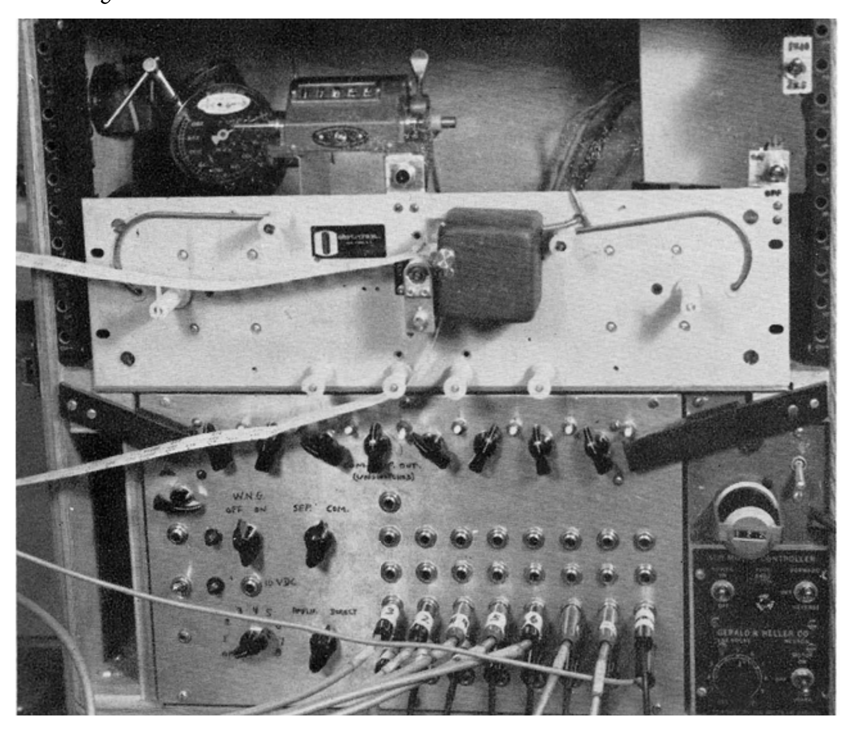
Am 15. Januar 1966 wurde in der Konzertreihe *Composers Forum* in New York Emmanuel Ghents Blechbläserquintett *Dithyrambos* uraufgeführt. Weil die Instrumente in diesem Werk über weite Strecken gleichzeitig in verschiedenen Tempi zu spielen haben, musste ein technisches Hilfsmittel zur zeitlichen Koordination verwendet werden. Ghent hatte dazu ein eigenes Verfahren entwickelt: Mit einem lochkartengesteuerten Apparat, dem sogenannten Coordinome (Abb. 1.1), erzeugte er Metronomsignale, die auf Tonband aufgezeichnet und den fünf Musikern bei der Aufführung über Ohrhörer zugespielt wurden.[2] Anhand dieses Beispiels soll der Frage nachgegangen werden, welche Abhängigkeit zwischen tempopolyphoner Musik und technikgestützter Tempovermittlung besteht. Dazu werden die technischen Details des Coordinome beschrieben und die Arbeitsschritte geschildert, die zur Herstellung der Metronomsignale nötig waren. Zudem werden anhand von *Dithyrambos* sowie zwei weiteren Werken, die ebenfalls mit dem Coordinome und Ghents Denkweise in Zusammenhang stehen, verschiedene tempopolyphone Kompositionskonzepte betrachtet.

---

1 Emmanuel Ghent: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource, in: Perspectives of New Music* 6 (1967), S. 96–106, hier S. 96.

2 Man könnte auch von einem Click-Track sprechen. Ghent verwendet jedoch überall und ausschließlich die Bezeichnung »Signale«.

Abbildung 1.1: Das Coordinome.



Quelle: Ghent, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 33.

Ghent wurde 1925 in Montreal, Kanada, geboren.[3] Er betätigte sich seit seiner Jugend als Komponist, schrieb aber insgesamt nur wenige, meist kammermusikalische Werke.[4] Trotz dieses früh erwachten Interesses für die kreative Beschäftigung mit Musik begann Ghent erst im Alter von 36 Jahren, privaten Kompositionsunterricht bei Ralph Shapey in New York zu nehmen. Dieser Kompositionsunterricht dauerte von 1961 bis 1963 und scheint Ghent musikalisch stark geformt zu haben. Erst in dieser Zeit begann seine eigentliche Karriere als Komponist und entsprechend ist das erste in seinem offiziellen Werkverzeichnis aufgeführte Werk *Entelechy* für Viola und Klavier aus dem Jahre 1963. Schon in diesem Werk zeigt sich Ghents kompositorisches Interesse an der Gleichzeitigkeit von regelmäßigen, aber verschieden schnellen Rhythmen. Man kann aber

3 Alle biografischen Angaben in diesem Text sind folgendem Lexikonartikel entnommen: David Ewen: Art. Ghent, Emmanuel, in: *American Composers. A Biographical Dictionary*, London: Robert Hale 1983, S. 253–256.

4 Die frühesten Werke, die er schon während seiner Zeit an der High School komponierte, sind verschollen.

noch nicht von ›echter‹ Tempopolyphonie sprechen, weil er diese Rhythmen mit entsprechenden Notenwerten in einem gemeinsamen Tempo notierte. Um dieses Interesse weiterzuverfolgen, entwarf Ghent eine mechanische Vorrichtung, die er Polynome nannte. Es handelte sich dabei um eine Art tempopolyphones Metronom, das er auch gleich für seine nächsten Kompositionen *Triality* und *Triality II* (1964) für Violine, Trompete und Fagott verwendete. In den *Performance notes* schreibt Ghent bei *Triality:* »It is intended that this music be played with the assistance of a polynome […] an instrument which can simultaneously beat up to 7 different tempi«, und bei *Triality II:* »Although it is not absolutely required, the polynome will greatly facilitate the performance of this work. The polynome is an instrument that can maintain multiple separate beats each in fixed relation to each other, at the same or different tempi«.[5] Erst nachdem er mit dem Polynome Erfahrungen in der Praxis gesammelt hatte, entwickelte Ghent das Coordinome.

Es war die Kombination von zwei Gegebenheiten, die Ghents Erfindergeist anspornte. Einerseits sein Interesse an tempopolyphoner Musik und andererseits sein Wille, das Mittel, um die Aufführbarkeit einer solchen Musik zu ermöglichen, in einer technischen Lösung zu suchen. Nach einigem Experimentieren war das Coordinome funktionsfähig und Ghent konnte es in der Folge für die Aufführung seiner Werke nutzen. Es wäre aber zu einseitig, im Coordinome bloß das Werkzeug zur Realisierung von komplexen kompositorischen Konzepten zu sehen. Ebenso kann man annehmen, dass Ghent diese kompositorischen Konzepte auch gerade deshalb entwickelte, weil er das Potenzial des technischen Systems ausschöpfen wollte. Es ist also von einer Wechselbeziehung auszugehen: Kompositorische Ideen führten zur Entwicklung einer technischen Lösung, die Verfügbarkeit dieser Technik ihrerseits zu kompositorischen Ideen. Da Ghent in einer Person der Komponist der Werke und der Entwickler des technischen Systems war, führte diese Gegenseitigkeit besonders schnell zu Ergebnissen.

1.1 Programmierte Signale

Ghent publizierte 1967 zwei wissenschaftliche Artikel. Im ersten, *Programmed Signals to Performers,* schildert er die Anwendung des Coordinome aus der Perspektive der Aufführungs- und Kompositionspraxis von Instrumentalmusik,[6] im anderen, *The Coordinome in Relation to Electronic Music,* erläutert er eine völlig andere Verwendung des Coordinome – nämlich als ein Kompositionswerkzeug für elektro-

5 Vgl. Bibliothekskatalog der University of Chicago, http://pi.lib.uchicago.edu/1001/cat/bib/3121543 (Triality) und http://pi.lib.uchicago.edu/1001/cat/bib/8441942 (Triality II).

6 Siehe Fußnote 1.

akustische Musik –, beschreibt aber die technischen Funktionen viel detaillierter.[7] Das Coordinome war im Wesentlichen ein Apparat, der einen Lochstreifen abtastete und akustische Signale ausgab. Ghent entwickelte es zusammen mit Stein G. Raustein an der New York University. Beim Lesen des Lochstreifens wurde bei jedem Loch ein Mechanismus aktiviert, der mittels eines Relais das Eingangssignal für eine kurze Zeit zum Ausgang durchschaltete. Lag also am Eingang ein kontinuierliches Signal an, war das Ausgangssignal nichts anderes als eine rhythmisierte Form dieses Eingangssignals (Abb. 1.2). Ein solcher Schaltmechanismus lag achtmal vor und damit konnte das Coordinome acht verschiedene Signalwege parallel steuern, war also – musikalisch gesprochen – achtstimmig polyphon.

Abbildung 1.2: Blockschaltbild des Coordinome (eine von acht Einheiten).

Quelle: Ghent, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 34.

Um kurze, geräuschhafte Metronomsignale zu erzeugen, verwendete Ghent in einer frühen Version dieses Signalsystems zunächst für alle Kanäle weißes Rauschen als Eingangssignal und die einzelnen Ausgangssignale wurden den Musiker·innen individuell zugeführt. Dies bedeutete jedoch, an allen Proben und Konzerten auf das Coordinome und eine Person, die es bedienen kann, angewiesen zu sein. Das war offensichtlich zu umständlich, ließ sich aber vermeiden, indem die Ausgangssignale des Coordinome auf Tonband aufgezeichnet wurden. War dieses Tonband ein-

7 Emmanuel Ghent: *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, in: *Electronic Music Review* 1(1967), S. 33–43.

mal produziert, benötigte es für die Wiedergabe bloß eine Bandmaschine und einen Tontechniker und damit eine viel weniger spezialisierte Ausrüstung und Expertise. Da aber für die damaligen Verhältnisse eine achtkanalige Aufzeichnung zu aufwendig gewesen wäre, fand Ghent folgende Lösung: Jeder Kanal erhielt ein eigenes sinusoidales Eingangssignal mit einer bestimmten Frequenz und die rhythmisierten Ausgangssignale wurden zusammengemischt und monophon auf einer einzigen Tonbandspur aufgezeichnet. Um das für die einzelnen Musiker·innen relevante Metronomsignal wieder aus dieser Mischung zu extrahieren, wurden Decoder genannte Bandpassfilter verwendet (Abb. 1.3). Damit die Decodierung mit der nötigen Trennschärfe vorgenommen werden konnte, war es wichtig, dass die Frequenzen genügend Abstand voneinander hatten; Ghent verwendete Frequenzen im Abstand von halben Oktaven, d. h. 250, 350, 500, 700, 1000 Hz usw.

Abbildung 1.3: Blockschaltbild der Signalübertragung zu den Interpreten.

Quelle: Ghent, *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 35.

Für die Übermittlung der Metronomsignale an die Musiker·innen war folgende Infrastruktur nötig: Das Ausgangssignal des Tonbandgeräts wurde durch ein Gerät geführt, das das Signal aufbereitete und von Störgeräuschen befreite, indem erstens alle nicht benötigten Frequenzen herausgefiltert und zweitens nur Signale über einem bestimmten Pegel verstärkt wurden. Gleichzeitig funktionierte dieses Gerät auch als Stromversorgung für die Decoder. Das Kabel zu den Interpreten musste lang genug sein, damit es bis zur Hinterbühne reichte.[8] In regelmäßigen Abständen entlang dieses Kabels gab es Anschlüsse, an denen die Interpret·innen ihre Decoder, Apparate etwa von der Größe eines Transistorradios, anschließen konnten.[9]

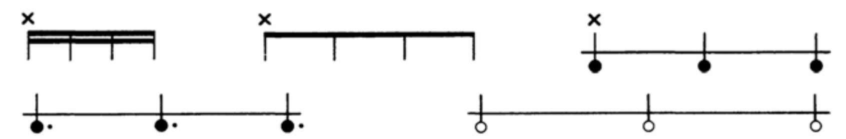
8 Das Kabel war bis zu 150' (= 45 m) lang; vgl. Ghent: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 103.

9 Ghent fügt im Sinne eines Ausblicks noch die Bemerkung an, dass dieses Verbindungskabel ohne Weiteres auch durch eine Nahbereichsfunkstrecke ersetzt werden könnte, vgl. ebd., S. 98.

Notation der Signalrhythmen

Mit dem Coordinome hatte Ghent einen Apparat entwickelt, um die für die Aufführung seiner Musik benötigten, rhythmisierten Signale zu erzeugen. Doch bevor er das Coordinome überhaupt in Betrieb nehmen konnte, musste er noch etliche Arbeitsschritte ausführen, bis schließlich der benötigte Lochstreifen hergestellt war. Der erste Schritt bestand darin, für alle Instrumente an jeder Stelle der Partitur die Rhythmen der Metronomsignale festzulegen. Dazu mussten die passenden Notenwerte gefunden und das ihnen überlagerte Akzentmuster bestimmt werden, wobei die hier zu treffenden Entscheidungen umso leichter fielen, je eindeutiger sich in der Musik bereits eine bestimmte Metrik finden ließ. Anschließend trug Ghent in der Partitur über dem Notensystem jedes Instruments die rhythmische Struktur des entsprechenden Metronomsignals ein. Dafür verwendete er folgende Schreibweise: Er fasste die Noten mit einem Balken oder mit einer Linie mitten durch die Notenhälse zu Gruppen zusammen und setzte auf die jeweils erste Note einer Gruppe das Zeichen x, womit er bezeichnete, dass dieses Metronomsignal durch einen Akzent hervorgehoben werden sollte. Dadurch schaffte er eine metrische Gliederung, die es den Ausführenden ermöglichte, die Gruppen auch bei der akustischen Wiedergabe der Metronomsignale gut identifizieren zu können (Abb. 1.4).

Abbildung 1.4: Notation der Signalrhythmen.
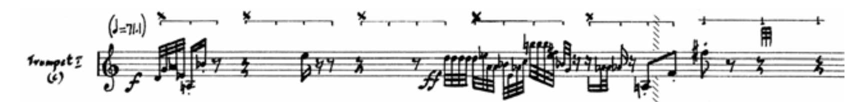


Quelle: Ghent, *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 98.

Für die Signale wählte Ghent möglichst einfache Rhythmen aus lauter gleichen Notenwerten. An Stellen mit einem plötzlichen Tempowechsel fügte er entweder vor dem Tempowechsel ein paar vorbereitende Taktschläge im neuen Tempo hinzu, oder er wählte nach dem Tempowechsel eine Schlagunterteilung in kleineren Notenwerten, um das neue Tempo gut zu stützen. Für Abschnitte, bei denen ein neues Tempo mit einer ausgehaltenen Note oder einer Pause beginnt, waren solche vorbereitenden Taktschläge natürlich nicht nötig. Ein weiteres akustisches Zeichen waren sogenannte Tripelsignale, drei schnell aufeinanderfolgende Signale, mit denen wichtige Orientierungspunkte im Stück angezeigt werden konnten, z. B. das Ende einer längeren Pause.

In der Notation des Signalrhythmus gab es weder Taktarten noch Taktstriche; eine metrische Gliederung war jedoch durch die Gruppierung der Taktschläge und die Betonungen gegeben. An gewissen Stellen in der Partitur zog Ghent

schraffierte Linien durch alle Notensysteme, um damit zu bezeichnen, wo an den Proben eingesetzt werden kann (Abb. 1.5).

Abbildung 1.5: Ausschnitt aus Dithyrambos: Notensystem mit hinzugefügtem Rhythmus für die Metronomsignale, eine schraffierte Linie, die eine Studienziffer anzeigt, und ein Tripelsignal.



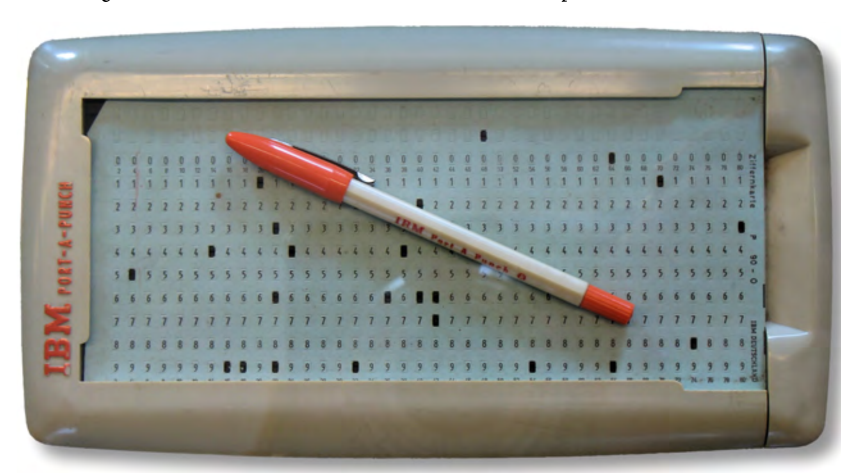
Quelle: Ghent, *Dithyrambos*, S. 20.

Herstellung des Lochstreifens

Auf das Einrichten der Partitur folgten die Arbeitsschritte, die zur Herstellung des Lochstreifens für das Coordinome und schließlich zur Produktion der Tonbandspur mit den Metronomsignalen führten. Ghent nannte diese Tätigkeiten eine mühselige Fleißarbeit, was sich gut nachvollziehen lässt, da sie tatsächlich ziemlich aufwendig sind und kaum etwas mit Musik, sondern viel mehr mit Mathematik und Technik zu tun haben. Nachdem alle Taktschläge, Akzente und Tripelsignale in der Partitur bezeichnet worden waren, mussten für alle Noten dieses Signalrhythmus die absoluten Zeiten berechnet werden, wozu sich die Verwendung einer Rechenmaschine anbot. Die nunmehr ausgerechneten Zeiten wurden dann von einem professionellen Locher *(keypunch operator)* oder einem Assistenten manuell auf Lochkarten übertragen. Dafür wurden sogenannte Port-A-Punch-Lochkarten im 40-Spalten-Format verwendet (Abb. 1.6).[10] Eine einzelne Karte entsprach einer Sekunde, durch die vorhandene Anzahl an Spalten konnte diese Sekunde in Zeiteinheiten von 1/40-Sekunden (0.025 Sekunden) unterteilt werden. Die Zeilen der Lochkarte entsprachen den einzelnen Stimmen, d. h. den einzelnen Signalkanälen des Coordinome. Ein einzelnes Loch in der Lochkarte erzeugte ein Signal von 0.025 Sekunden Dauer, vier Löcher direkt hintereinander resultierten in einem längeren Signal, was dazu verwendet wurde, die akzentuierten Taktschläge anzugeben. Die Tripelsignale wurden x-x-x gelocht. Nachdem – Karte für Karte, Sekunde für Sekunde – ein Kartensatz für das ganze Stück gelocht worden war, wurde die Information des Kartensatzes in einem sogenannten Stapelverarbeitungsprozess auf einen Lochstreifen übertragen.

10 Die *IBM Supplies Division* führte 1958 den Port-A-Punch ein. Es war ein handliches Gerät, mit dem Löcher in spezielle vorperforierte IBM-Lochkarten gestanzt werden konnten. Es diente der schnellen Datenerfassung vor Ort, weil es das vorherige Schreiben oder Abtippen von Quelldokumenten überflüssig machte.

Abbildung 1.6: Eine IBM Port-A-Punch-Lochkarte im 40-Spalten-Format.



Quelle: Wikimedia, gemeinfrei.

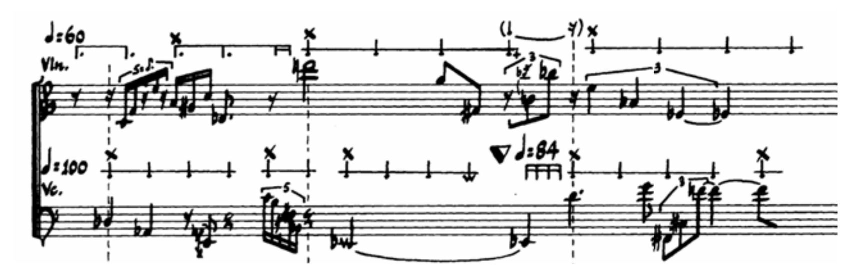
Dieser Lochstreifen konnte nun vom Coordinome gelesen werden. Da das Coordinome einen Antriebsmotor mit variabler Geschwindigkeit besaß, konnte der Lochstreifen auch so abgetastet werden, dass sich ein anderes Gesamttempo ergab, während die einzelnen Tempi untereinander in derselben Relation blieben. Um die Musik auch in einem gemächlicheren Tempo üben zu können, bot es sich an, für die Probe immer auch ein zweites Tonband vorzubereiten, auf dem die Signalrhythmen in verlangsamtem Tempo aufgezeichnet wurden. Zuletzt mussten auf dem Tonband noch an den entsprechenden Stellen mit einem Klebeband Markierungen angebracht werden, um die ›Studienziffern‹ zu bezeichnen. Damit konnte der Tontechniker, der die Bandmaschine bediente, an den Proben die richtigen Stellen schnell finden und die Wiedergabe präzise starten.

Synchronisationspunkte

Es gibt verschiedene Strategien und Vorgehensweisen beim Komponieren tempopolyphoner Musik. Es kann eine Tempostruktur im Vornherein entworfen werden und die Koinzidenzen, d. h. die Stellen, wo die Taktschläge der verschiedenen Tempi zusammenfallen, so wie sie sich ergeben, können akzeptiert und kompositorisch genutzt werden. Es kann aber auch sein, dass im Prozess der kompositorischen Ausarbeitung der Wunsch aufkommt, das Zusammentreffen der Taktschläge an einer anderen Stelle künstlich zu erzeugen. In seinem Artikel *Programmed Signals to Performers* spricht Ghent genau diesen Sachverhalt an. In einem Notenbeispiel zeigt er eine kurze Passage für Violine und Cello (Abb. 1.7). Beide Instrumente spielen in verschiedenen Tempi und beide Stimmen sind mit einem

Signalrhythmus versehen. Die in dem Notenbeispiel eingetragenen gestrichelten Linien bezeichnen Koordinationspunkte, d. h. Stellen, an denen – aus Gründen, die nicht weiter ausgeführt werden – die beiden Instrumente rhythmisch zusammentreffen *müssen.* Dies führt jedoch zu folgendem Problem: Zwischen dem zweiten und dritten Koordinationspunkt vergehen vier Sekunden, was sich leicht an der Violinstimme ablesen lässt (vier Viertel im Tempo ♩ = 60). In der Cellostimme ist Tempo ♩ = 100 vorgegeben und in diesem Tempo lassen sich vier Sekunden nicht mit einer ganzzahligen Anzahl Viertelnoten ausfüllen.[11] Zudem findet genau an dieser Stelle auch ein Tempowechsel von ♩ = 100 zu ♩ = 84 statt. Dass das neue Tempo mit vier vorbereitenden Metronomsignalen, die die Sechzehntel des neuen Tempos anzeigen, auch noch vorweggenommen werden soll, macht die Sache erst recht kompliziert.[12]

Abbildung 1.7: Synchronisation durch das Einsetzen eines ›unbestimmten‹ Notenwerts.



Quelle: Ghent, *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource,* S. 101.

Die Lösung, die Ghent für dieses Problem vorschlägt, ist einfach, aber elegant. Mit dem Notenkopf w wird ein Notenwert von ›unbestimmter‹ Dauer angezeigt. Dies gilt auch für den Signalrhythmus, wo in dieser Weise ein um einen nicht näher bestimmten Wert verlängerter Taktschlag angezeigt wird. Damit umgeht Ghent die Notwendigkeit, eine zwar rechnerisch korrekte, aber umständliche und schwer leserliche rhythmische Notation verwenden zu müssen. Weil es sich zudem nicht um ein Zeichen aus der traditionellen Notation handelt (z. B. eine Fermate, ein Atemzeichen oder ein Zäsurzeichen), ist es auch frei von jeglichen ungewollten Konnotationen. Diese notationstechnische Lösung erlaubt eine große Freiheit in der Gestaltung von Tempopolyphonien. Weil die Regelmäßigkeit des Taktschlags kurz unterbrochen und (ggf. in einem neuen Tempo) wieder aufgenommen wer-

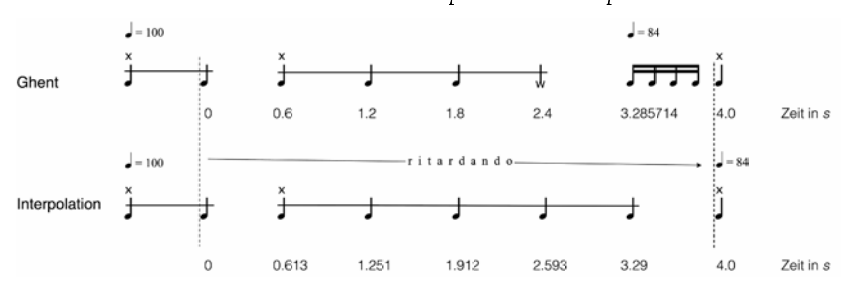
11 Eine Viertelnote in ♩ = 100 dauert 0.6 Sekunden, folglich benötigte man sechs Viertelnoten sowie eine einzelne hinzugefügte Triolen-Viertelnote, um die vier Sekunden auszufüllen.

12 Mit vier Viertelnoten in ♩ = 100, einer einzelnen Quintolen-Achtelnote in ♩ = 84 und vier Sechzehnteln (dem Einzähler) in ♩ = 84 könnten die vier Sekunden ausgefüllt werden.

den kann, bietet sich die Möglichkeit, alle aus der Tempodisposition entstehenden Diskontinuitäten des Taktschlags in einfacher Weise darzustellen.

Der Lösung von Ghent soll hier noch eine alternative Möglichkeit gegenübergestellt werden: Statt einen abrupten Tempowechsel vorzunehmen und einen ›unbestimmten‹ Notenwert bezeichnen zu müssen, könnte das Tempo auch interpoliert werden. Dazu müsste zwischen dem zweiten und dritten Koordinationspunkt in der Cellostimme das Tempo allmählich von ♩ = 100 nach ♩ = 84 verlangsamt werden, und zwar in einer Art und Weise, dass sich der dritte Koordinationspunkt wieder an der gewünschten Stelle ergibt. Eine Gegenüberstellung mit Ghents Lösung findet sich in Abb. 1.8. Es zeigt sich, dass bei der Variante mit der Tempointerpolation auch die Sechzehntelunterteilung des Signalrhythmus nicht mehr nötig ist, weil das neue Tempo durch den allmählichen Übergang vorbereitet wird. Die ›unbestimmte‹ Zeitdauer, die Ghent auf eine einzige Note legt, wird durch die Interpolation auf mehrere Noten verteilt, wie sich aus der Zeitangabe ablesen lässt.

Abbildung 1.8: Gegenüberstellung von zwei Lösungen für ein Synchronisationsproblem: Ghents Variante mit abruptem Tempowechsel und einem ›unbestimmten‹ Notenwert sowie eine alternative Variante mit einer Interpolation des Tempos.



Man mag darüber spekulieren, weshalb Ghent sich nicht selbst für die Lösung mit einer Interpolation entschied. Verschiedene Gründe könnten ausschlaggebend sein: Ghent wollte nicht mit allmählichen Tempoänderungen (accelerando und ritardando) komponieren, sondern bevorzugte das klare Nebeneinander von konstanten, eindeutig zueinander proportionierten Tempi. Zudem sind die Berechnungen, die nötig werden, solche Tempoänderungen zu koordinieren, mathematisch anspruchsvoll und gehen weit über das bloße Aufaddieren von Schlagdauern, wie es Ghent zur Vorbereitung seiner Lochkarten benötigte, hinaus.[13]

13 Mehr zur präzisen Koordination von allmählichen Tempoänderungen in Kapitel 6.

Mensch und Maschine

Die Auflistung der vielen, teilweise langwierigen Arbeits- und Denkschritte bei der Einrichtung der Partitur, der Berechnung der Signalrhythmen und der Herstellung des Lochbandes macht eine Sache klar: Diese Art der technikgestützten Aufführungspraxis war mit viel Arbeit verbunden und Ghent konnte seine komplexe tempopolyphone Musik nur realisieren, weil er bereit war, diese Arbeit in Kauf zu nehmen. An dieser Stelle soll nochmals ein Blick auf Ghents Biografie geworfen werden, wobei jetzt besonders seine Ausbildung interessiert. Ghent studierte 1942–46 Biochemie an der McGill University in Montreal. Sein Hauptfach war also ein naturwissenschaftliches und seine Beschäftigung mit Musik, so vielfältig sie auch war, fand nebenbei statt. Er besuchte Musikkurse bei diversen Lehrern am McGill Conservatory, lernte Fagott und spielte es im McGill Orchestra. Er komponierte Kammermusik und spielte Sousaphon in der McGill Canadian Officers' Training Corps Military Marching Band. Nachdem Ghent sein Grundstudium mit einem Bachelor of Science abgeschlossen hatte, studierte er weitere vier Jahre an der medizinischen Fakultät von McGill und erreichte 1950 den Hochschulabschluss Doctor of Medicine. Darauf übersiedelte er 1951 nach New York, besuchte während der nächsten vier Jahre das W. A. White Institute of Psychoanalysis und erhielt 1956 sein Diplom in Psychoanalyse. Trotz seiner offensichtlichen musikalischen Begabung entschied sich Ghent für einen Bildungsweg, der mit einem naturwissenschaftlichen Grundstudium begann.[14] Es liegt nahe, eine Verbindung zwischen seinem naturwissenschaftlichen und seinem musikalischen Denken anzunehmen. Man kann eine solche Verbindung einerseits in den konstruktiven und mathematischen Aspekten seiner tempopolyphonen Kompositionskonzepte sehen, andererseits in der Tatsache, dass er die Lösung des Synchronisationsproblems in einem technischen Verfahren suchte und auch bereit war, die ›nicht-musikalischen‹ Arbeitsschritte, die dieses Verfahren mit sich bringt, auf sich zu nehmen.

Nach *Dithyrambos* verwendete Ghent das Coordinome noch ein zweites Mal als Hilfsmittel zur Koordination verschiedener Tempi. Am 27. September 1966, im selben Jahr, in dem die Premiere von *Dithyrambos* stattfand, wurde in New York auch Ghents Werk *Hex, an Ellipsis* für Trompete, elf Instrumente und Tonband uraufgeführt. Hier wurden die Metronomsignale nicht nur dazu verwendet, die Interpret·innen untereinander zu koordinieren, sondern auch, um das gesamte Ensemble mit einem elektroakustischen Zuspiel zu synchronisieren. Dazu kam ein vierspuriges Tonbandgerät zum Einsatz: Eine Spur enthielt die Signale für die

14 Den naturwissenschaftlichen Hintergrund teilt Ghent auch mit den beiden Pionieren der computerunterstützten Komposition: Lejaren Hiller (Chemie) und Iannis Xenakis (Naturwissenschaft und Architektur).

Interpret·innen, die restlichen drei Spuren das Zuspiel. Die damit erreichte Präzision im zeitlich koordinierten Zusammenspiel von akustischen Instrumenten und Tonband war bestechend und ließ einen Kritiker der *New York Times* schreiben: »This wild excursion into the beyond of electronic music, may be the most successful combination of live musicians and tape so far.«[15] Bei *Hex, an Ellipsis* setzte Ghent das Coordinome aber nicht nur dafür ein, die Metronomsignale für die Musiker·innen zu erzeugen, sondern verwendete es auch als Arbeitsgerät für die Herstellung der elektroakustischen Klänge. Er ließ das Coordinome den zeitlichen Ablauf der Klangsynthese kontrollieren, indem er die Ausgangssignale durch einen Digital-analog-Wandler führte und zur Steuerung der spannungsabhängigen Parameter eines Moog-Synthesizers verwendete.[16] Hier bahnte sich ein neues Interesse an, dem Ghent sich nun vermehrt zuwandte: die Klangsynthese.

Das nächste Werk, das Ghent komponierte, *Helices* (1969) für Violine, Klavier und Tonband, ist ebenfalls tempopolyphon, bei etlichen Abschnitten sind zwei verschiedene Metronomzahlen angegeben und manchmal kommen sogar allmähliche Tempoänderungen (accelerando oder ritardando) vor, die nur von einem Instrument ausgeführt werden, während das andere ein konstantes Tempo beibehält. Überraschenderweise ließ Ghent aber für dieses Werk das Coordinome als Mittel zur Tempokoordination weg und versuchte, die Synchronisation durch andere Mittel zu erreichen. So gibt er z. B. an einer Stelle, wo das Klavier ♩ = about 64 und die Violine ♩ = 116 spielt, die Anweisung: »Piano: Play even sixteenths at MM quarter note = about 64 attacca into the next measure. If too soon, cut a few sixteenths; if late, repeat as required.« An einer anderen Stelle, wo die Violine ♩ = 96 und das Klavier Septolen in ♩ = 109,7 spielt, steht der Hinweis: »The tempo and note placement are intended as guides and need not be slavishly followed.« Außerdem wird der Umblätterer an einer Stelle angewiesen, während einer 16 Sekunden dauernden Tonbandsequenz eine Stoppuhr zu verwenden, um den Einsatz des Klaviers anzuzeigen. Weshalb setzte Ghent das Coordinome hier nicht mehr ein, obwohl die Musik nach wie vor tempopolyphon ist? War der Produktionsprozess, der mit der Verwendung des Coordinome zusammenhängt, schließlich auch für Ghent zu aufwendig? Zeigt sich darin, dass Ghent zwar Interesse an der rhythmischen Mehrschichtigkeit und der Unabhängigkeit der Instrumente hatte, aber keinen Mehrwert in der präzisen Synchronisation erkannte? Oder war sein Interesse am ursprünglichen Zweck des Coordinome geschwunden, weil eine ungleich größere Faszination von der Verwendung zur Synthesizer-Steuerung ausging?

Im Laufe der späten 1960er Jahre wandte sich Ghent immer mehr der elektronischen Musik zu. Er war assoziiert mit dem Columbia-Princeton Electronic Music Center in New York und arbeitete ab 1968 am Computer-Controlled Elect-

15 Zit. nach Ewen: Art. *Ghent, Emmanuel*, S. 254.

16 Beschrieben in Ghent: *The Coordinome in Relation to Electronic Music*, S. 3 ff.

ronic Music Studio der Bell Telephone Laboratories. Ghent war auch mit den neuesten Entwicklungen der Computermusik durchaus vertraut: Zur Herstellung des Lochstreifens hielt er einen Computer gegenüber seinem manuellen Verfahren für »[v]astly more elegant, and conservative of time and effort«.[17] Ebenso erwähnt er, dass sich ein Computer als Alternative zum Coordinome anbieten würde, und verweist auf den amerikanischen Mathematiker und Computerwissenschaftler George Logemann, der mithilfe des Computerprogramms *MUSIC IVB* ein Tonband mit Metronomsignalen hergestellt hatte. Ferner erwähnt Ghent, dass Logemann auch eine symbolische Notation entwickle, die es dem Komponisten ermögliche, über die Computertastatur mit dem Computer zu kommunizieren und damit entweder ein vollständig synthetisiertes Tonband oder ein entsprechendes Lochband für das Coordinome zu produzieren.[18] Ab 1968 entwickelten Max Mathews und Richard Moore an den Bell Telephone Laboratories das System *GROOVE (Generated Real-time Output Operations on Voltage-controlled Equipment)*, ein digitales Steuersystem für analoge Synthesizer.[19] Ghent machte extensiven Gebrauch von diesem Computersystem und arbeitete sich immer weiter in das Feld der algorithmischen Komposition vor.[20]

Ghents Verwendung von technischen Systemen für musikalische Zwecke begann in den frühen 1960er Jahren. Ausgehend von seinem kompositorischen Interesse an rhythmischer Komplexität und Mehrschichtigkeit suchte er eine technische Lösung zur Koordination der Musiker·innen, was zur Entwicklung des Polynome und des Coordinome führte. Daraufhin verwendete er den Lochstreifen des Coordinome als ›digitale Partitur‹ für die Parametersteuerung von analogen Synthesizern und kam damit schließlich zur algorithmischen Klang- und Partitursynthese. Der rote Faden, der sich durch diese Entwicklung zieht, ist Ghents Interesse an ›Mensch-Maschine-Systemen‹.

17 Ebd., S. 42.

18 In einer Fußnote verweist Ghent auf Logemanns Artikel *A Symbolic Notation for Electronic Music Synthesis*, der in einer der kommenden Ausgaben von *Electronic Music Review* erscheinen sollte, wozu es aber offensichtlich nie kam; Ghent: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, Fußnote 5, S. 102.

19 M. V. Mathews/F. R. Moore: Groove – *A Program to Compose, Store, and Edit Functions of Time, in: Communications of the ACM* 13 (1970), S. 715–721.

20 Vgl. Emmanuel Ghent: Interactive Compositional Algorithms, in: *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 1977; Emmanuel Ghent: *Further Studies in Compositional Algorithms*, in: *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 1978.

1.2 Elliott Carters *Double Concerto*

Einige Takte des ersten Teils *(Introduction)* von Elliott Carters *Double Concerto for Piano and Harpsichord* aus dem Jahre 1961 erscheinen in Ghents Artikel *Programmed Signals to Performers* als Beispiel für eine Musik, für die sich technikgestützte Tempovermittlung gut eignen würde. Dass sich Ghent auf Carter bezieht, erstaunt wenig, denn Carter gilt als einer der wichtigsten amerikanischen Komponisten des 20. Jahrhunderts und sein Personalstil, der sich in den 1950er Jahren herausbildete, zeichnet sich aus durch eine hohe rhythmische und formale Komplexität, die durch die polyphone Überlagerung verschieden charakterisierter musikalischer Schichten entsteht. Carter selbst blieb Zeit seines Lebens bei der traditionellen Aufführungspraxis, für ihn kam es nie in Frage, ein technisches System zur Tempovermittlung zu verwenden. Ghent argumentiert, dass sich beim *Double Concerto* – möglicherweise stellvertretend für weitere, nach 1950 komponierte, rhythmisch anspruchsvolle Kompositionen Carters – bei der Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung das Schriftbild drastisch vereinfachen ließe und die Musik den Interpret·innen viel leichter zugänglich gemacht werden könne. Um diese Argumentation zu diskutieren, wird zunächst das rhythmische Verfahren, das Carter in der *Introduction* des *Double Concerto* anwendet, erläutert und danach Ghents Gegenvorschlag betrachtet.

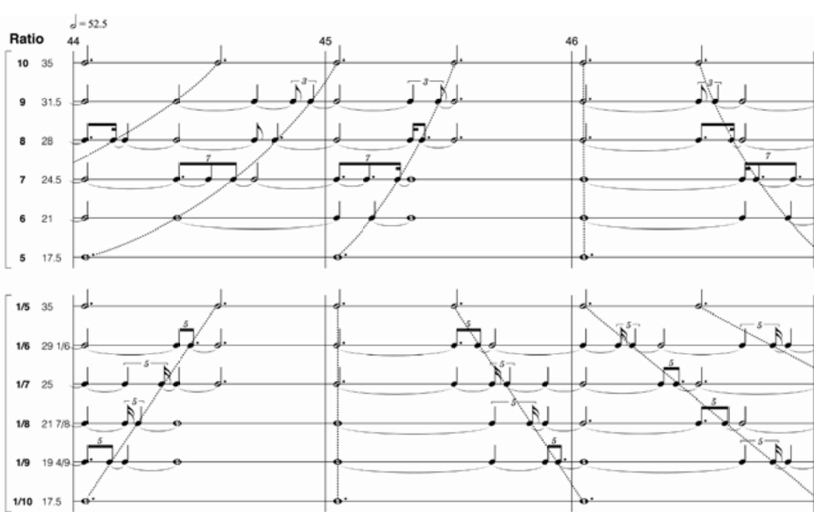
Die Soloinstrumente des *Double Concerto* sind zwar beide Tasteninstrumente, unterscheiden sich aber ganz wesentlich im Klang. Die Idee des klanglichen Kontrasts findet auch in der Disposition dieses Werkes Entsprechungen: Erstens ist das Orchester in zwei Hälften geteilt und auf der Bühne räumlich getrennt aufgestellt und zweitens unterscheidet Carter die Partien der zwei Soloinstrumente sowie der beiden begleitenden Orchesterhälften durch die Wahl der harmonischen und rhythmischen Mittel. Zudem verwendet er in der *Introduction* einen ›strukturellen Polyrhythmus‹. Damit bezeichnet man eine (meist sehr langsame) Tempopolyphonie, die das zugrunde liegende zeitliche Gerüst bietet, auf dem die rhythmische Ausgestaltung der Musik beruht.[21] In der *Introduction* besteht der strukturelle Polyrhythmus aus zehn Pulsationen, deren Tempoproportionen Carter numerisch konstruierte, wie er in seinem Aufsatz *The Orchestral Composer's Point of View*[22] darlegt. Zwei verschiedene Proportionenreihen (10 : 9 : 8 : 7 : 6 : 5 und

21 Vgl. die Definition des Begriffs ›structural polyrhythm‹ im *Technical Glossary* bei David Schiff: *The Music of Elliott Carter*, Cornell University Press 1998, S. 46; eine ausführliche Beschreibung von strukturellen Polyrhythmen findet sich zudem bei John F. Link: *Long-Range Polyrhythms in Elliott Carter's Recent Music*, Diss., The City University of New York, 1994.

22 Elliott Carter: *The Orchestral Composer's Point of View* (1970), in: Jonathan W. Bernard (Hg.): *Elliott Carter. Collected Essays and Lectures*, 1937–1995, New York: University of Rochester Press 1997, S. 235–250.

1/5 : 1/6 : 1/7 : 1/8 : 1/9 : 1/10) werden auf das Tempo MM 35 angewendet und dadurch zehn verschiedene Tempi berechnet. Alle diese Tempi lassen sich durch die Wahl der entsprechenden Notenwerte in dem gemeinsamen metronomischen Tempo 𝅗𝅥 = 52.5 darstellen: Eine regelmäßige Abfolge von punktierten Halben entspricht dem Tempo MM 35 (52.5 x 2/3 = 35), eine regelmäßige Abfolge des Notenwerts mit einer Länge von zehn Achteltriolen dem Tempo MM 31.5 (52.5 x 6/10 = 31.5) usw., wie sich in Abb. 1.9 sehen lässt.[23] So wie diese Tempi zu zwei verschiedenen Proportionenreihen gehören, sind sie auch den beiden Orchesterhälften zugeordnet. Die regelmäßigen Pulse, die sich aus diesen Tempi ergeben, sind in einer Art und Weise gegeneinander versetzt, dass im Takt 45 diejenigen der zweiten und im Takt 46 diejenigen der ersten Proportionenreihe zusammenfallen. In diesen Takten liegt auch der dynamische Höhepunkt der *Introduction*. Dadurch dass Carter die Koinzidenzpunkte in den Takten 45 und 46 auch zur Platzierung eines wichtigen formalen Ereignisses verwendet, bekommt der strukturelle Polyrhythmus eine zusätzliche Funktion.[24]

Abbildung 1.9: Elliott Carter, Double Concerto, *T. 44 ff., rhythmisches Gerüst.*
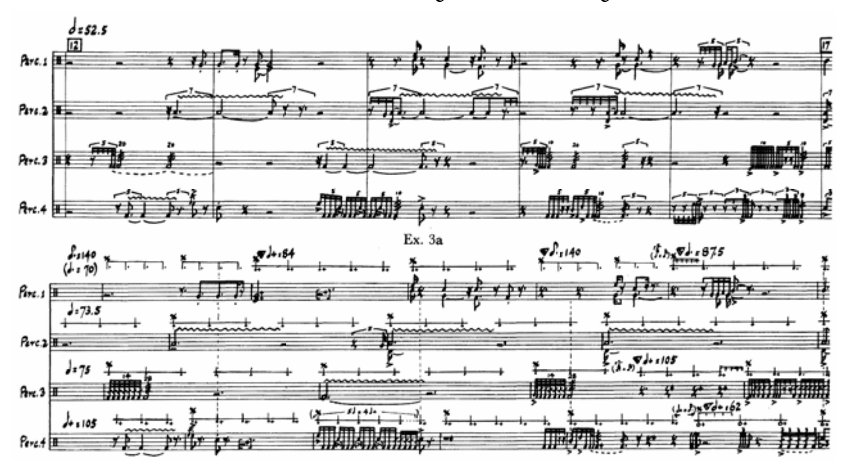


23 Für eine ausführlichere Darstellung von Elliott Carters Tempotechniken vgl. Philippe Kocher: *Rhythmische Techniken in der Musik von Elliott Carter*, in: Benjamin Lang (Hg.): *Lost in Contemporary Music? Neue Musik analysieren*, Regensburg: ConBrio 2017, S. 11–54; Jonathan W. Bernard: *The Evolution of Elliott Carter's Rhythmic Practice*, in: Perspectives of New Music 26 (1988), S. 164–203.

24 Etliche weitere Beispiele für die formale Funktion von solchen Koinzidenzpunkten lassen sich auch in Conlon Nancarrows Studies for Player Piano finden, vgl. Julie A Nemire: *Convergence Points in Conlon Nancarrow's Tempo Canons*, in: *Music Theory Online* 20 (2014) und Kyle Gann: *The Music of Conlon Nancarrow*, Cambridge: Cambridge University Press 1995, S. 21.

Der notationstechnische Kunstgriff, den Carter hier anwendet, um die verschiedenen Tempi in einem gemeinsamen *Referenztempo* darzustellen, führt zu komplizierten Rhythmen und meistens auch zu polyrhythmischen Notenwerten. Gerade darauf richtet Ghent seine Kritik, wenn er erstens darauf hinweist, dass ein solches Schriftbild die zugrunde liegende musikalische Intention verschleiere, und zweitens befürchtet, dass dies insbesondere auch die Qualität der Ausführung in Mitleidenschaft ziehe, weil es wegen der Komplexität der Notation zwangsläufig zu rhythmischen Ungenauigkeiten komme. Entsprechend schlägt er vor, Carters Notation zu vereinfachen und die zugrunde liegende Temposchichtung explizit im Schriftbild erscheinen zu lassen. Dazu stellt er exemplarisch einigen Takten von Carters originaler Notation seine eigene für eine hypothetische Aufführung mit dem Coordinome eingerichtete Notation gegenüber (Abb. 1.10).

Abbildung 1.10: Gegenüberstellung: Carters originale Notation, T. 12–16 (oben), Ghents Notation für eine hypothetische Aufführung mit dem Coordinome (unten). Der Übersichtlichkeit halber werden nur die Schlaginstrumente dargestellt.



Quelle: Ghent, *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource*, S. 100.

In Ghents Notation finden sich tatsächlich einige Vereinfachungen. Insbesondere wurden etliche polyrhythmische Notenwerte (Quintolen und Septolen) eliminiert. Bloß die 14-fache Schlagunterteilung, die neuerdings in *Perc. 3* erscheint, widerspricht diesem Konzept des Vereinfachens. Viel gewichtiger ist jedoch, dass es in Ghents Notation keine synkopischen Aktionen mehr gibt, weder synkopische Einzelnoten wie z. B. in *Perc. 1* noch synkopische Akzente in Figurationen wie z. B. in *Perc. 4*. Dies macht Ghents Argumentation, dass eine solche Notation zu einer höheren aufführungspraktischen Präzision führe, durchaus nachvollziehbar.

Eine Eigenschaft von Carters Musik wird von Ghents Notation offengelegt, nämlich, dass es keine direkte Zuordnung von einzelnen (Perkussions-)Instrumen-

ten zu bestimmten Tempi des strukturellen Polyrhythmus gibt. Wie sich an den vielen Tempowechseln v. a. in *Perc. 1* sehen lässt, beteiligt sich jedes Instrument an mehreren Schichten der Tempostruktur. Was jedoch die von Ghent angegebenen Tempi angeht, lassen sich die Tempi von Carters strukturellem Polyrhythmus nicht unmittelbar ablesen. Erst durch die Gruppierung von Taktschlägen und die Berechnung der daraus resultierenden Tempi findet man die entsprechenden Zahlen.[25]

Instrument	Notiertes Tempo	Gruppierung	Resultierendes Tempo
Perc. 1	♪. = 140	4	MM = 35
	♩+ = 84	4	MM = 21
	♪. = 140	4	MM = 35
	♩. = 87.5	4	MM = 21 7/8
Perc. 2	♩ = 73.5	3	MM = 24.5
Perc. 3	♩ = 75	3	MM = 25
Perc. 4	♩+ = 105	5	MM = 21
	𝅗𝅥+ = 58 1/3	2	MM = 29 1/6

Es fällt auf, dass zur Angabe der Tempi die unüblichen Zeichen ♩+ und 𝅗𝅥+ verwendet werden. Ghent erläutert dies folgendermaßen: Unsere Notation basiert auf der Verdoppelung von Notenwerten (eine Achtelnote verdoppelt eine Sechzehntelnote usw.), die Verdreifachung eines Notenwertes lässt sich durch eine Punktierung erreichen (eine punktierte Achtelnote entspricht drei Sechzehntelnoten), für eine Verfünffachung jedoch fehlt ein einfaches Zeichen, hier muss man einen Haltebogen verwenden (eine Viertelnote mit angebundener Sechzehntelnote entspricht fünf Sechzehntelnoten). Um diese Verkomplizierung des Schriftbildes zu vermeiden, führt Ghent analog zur Punktierung, die einen Notenwert um seine Hälfte verlängert, das nachgestellte Zeichen + ein, das einen Notenwert um ein Viertel verlängert. Damit verfolgt Ghent sein Ansinnen, ein möglichst schlankes und einfaches Schriftbild zu erreichen, bei dem keine unnötigen Synkopierungen von der eigentlichen Regelmäßigkeit eines Rhythmus ablenken und damit möglicherweise die Genauigkeit der Ausführung beeinträchtigen.
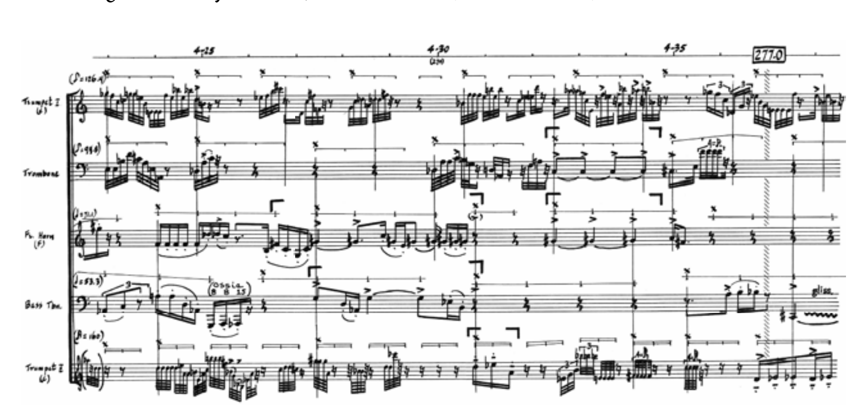
25 Beim letzten Tempo in Perc. 4 ist Ghent ein Rechenfehler unterlaufen: Es muss 58 1/3 statt 62 lauten.

1.3 Emmanuel Ghents *Dithyrambos*

Auch Ghents *Dithyrambos* liegt ein anspruchsvolles tempopolyphones Konzept zugrunde, das die Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung notwendig macht. Im Gegensatz zu Carters *Double Concerto* ging Ghent schon bei der Konzeption des Werks von einer technikgestützten Aufführungspraxis aus. Diese Tatsache äußert sich in verschiedener Hinsicht. Zum einen in einer Notation, die nicht erst für die Signalrhythmen eingerichtet werden musste, sondern diese von Anfang an enthielt, zum anderen in der Wahl von Tempoproportionen, die sich – anders als bei Carter – in einem gemeinsamen Tempo mittels Notenwerten kaum noch darstellen ließen.

Der Partiturausschnitt in Abb. 1.11 zeigt eine Stelle, an der alle fünf Instrumente in verschiedenen Tempi spielen, wie an den Tempoangaben am Anfang der Zeile zu sehen ist. Dass es sich dabei um einen kontrapunktisch durchstrukturierten Tonsatz handelt, zeigt sich an den vertikalen Linien in der Partitur, mit denen der Komponist zusammentreffende Töne explizit bezeichnet. Dass ein solches Gerüst von Koinzidenzen nicht nur der harmonischen Kontrolle dient, sondern auch der Ausgangspunkt für eine gestische Gestaltung sein kann, zeigt dieser Partiturausschnitt ebenfalls: Auffallend oft beginnen die Instrumente bei den Koinzidenzen nach einer Pause eine neue Aktion. Über der Akkolade steht eine Zeitleiste mit Angaben in Minuten-Sekunden (oberhalb) und Sekunden (unterhalb, eingeklammert). Ebenso ist die schraffierte Linie zu sehen, mit der die Stellen bezeichnet sind, an denen bei der Probearbeit eingesetzt werden kann. Die eingerahmten Sekundenangaben übernehmen dabei die Funktion von Studienziffern. Auf dem Tonband mit den Metronomsignalen sind die entsprechenden Stellen ebenfalls markiert, damit der Tontechniker sie schnell finden und die Wiedergabe präzise einstarten kann. Ferner gibt es weder Takte noch Taktarten.

Abbildung 1.11: Dithyrambos, *Partitur S. 10 (erste Akkolade).*

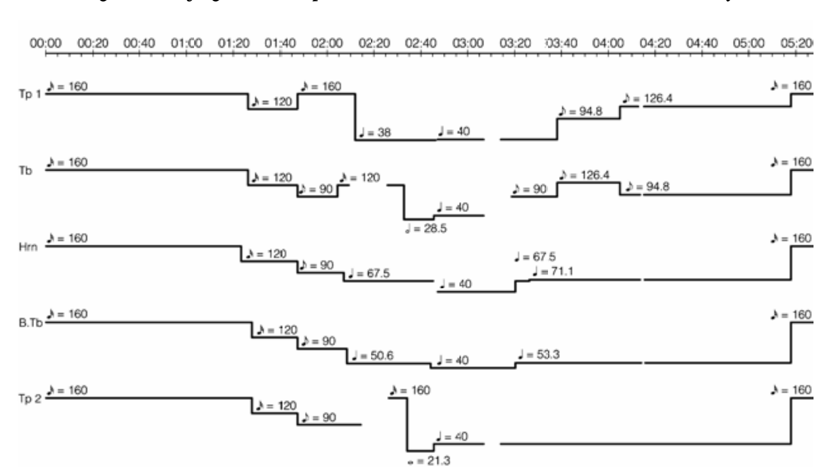


Da in tempopolyphoner Musik die Taktstriche sowieso bei allen Instrumenten anders zu liegen kommen und damit ihre ordnende Funktion in der Partiturdarstellung verlieren, scheint es naheliegend, sie wegzulassen. Dennoch ist das Konzept der Metrik nicht gänzlich aus dieser Musik verschwunden, sondern zeigt sich in den Akzenten (mit x bezeichnet) der Signalrhythmen.

Der Verlag stellt die für eine Aufführung benötigte Infrastruktur – »a small amount of equipment« – zusammen mit den Einzelstimmen als Leihmaterial zur Verfügung, wie sich dem Vorwort zur Partitur entnehmen lässt.[26] Die Musiker·innen können sich für dieses Stück entweder als geschlossenes Ensemble aufstellen oder sich im Raum verteilen. Durch die räumliche Aufstellung wird der polyphone Charakter der Musik unterstrichen. Falls die Aufstellung sich über die Front einer breiten Bühne erstreckt, sollten Trompete I und Trompete II an den beiden Extrempositionen sein. Daraus erklärt sich auch die symmetrische Anordnung der Instrumente in der Partitur.

Da es bei der Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung möglich ist, verschiedene Tempi genau zu koordinieren, bietet es sich in besonderer Weise an, die polyphone Disposition dieser Tempi zu einem gestalterischen Element zu erheben. Abb. 1.12 zeigt für den ersten Satz von *Dithyrambos* die Abfolge der Tempi in allen Stimmen. Es fällt auf, dass alle Instrumente zu Beginn des Stücks für eine Weile in demselben Tempo ♪ = 160 spielen. Erst nach rund eineinhalb Minuten finden die ersten Tempowechsel statt, die aber wiederum zu einem gemeinsamen Tempo führen. Es scheint, dass Ghent sich behutsam an diese Art der Tempogestaltung herantasten wollte. Denn erst nach guten zwei Minuten ist der Punkt erreicht, an dem sich die Tempopolyphonie erstmals vollständig aufgefächert hat.

Abbildung 1.12: Abfolge der Tempi in allen Stimmen im ersten Satz von Dithyrambos.



26 Emmanuel Ghent: *Dithyrambos*, New York: Oxford University Press 1976, S. 2.

Die Auswahl und Abfolge der Tempi sind nicht gänzlich frei, sondern einer spekulativen mathematischen Organisation unterworfen. Dies lässt sich in folgendem Gedankengang herleiten: Ausgangspunkt sei das Symbolsystem unserer Notenschrift, dessen Darstellung von Notenlängen auf dem Zahlenverhältnis 1 : 2 beruht (Abb. 1.13). Der Versuch, in derselben Weise Notenwerte im Zahlenverhältnis 3 : 4 zu verlängern oder zu verkürzen, führt bald – schon nach zweimaliger Anwendung der Proportion auf einen einfachen Notenwert – zu einer ziemlich komplizierten Notation (Abb. 1.14). Diese Komplizierung kann vermieden werden, wenn dasselbe mit verschiedenen Tempi statt mit verschiedenen Notenwerten dargestellt wird (Abb. 1.15).

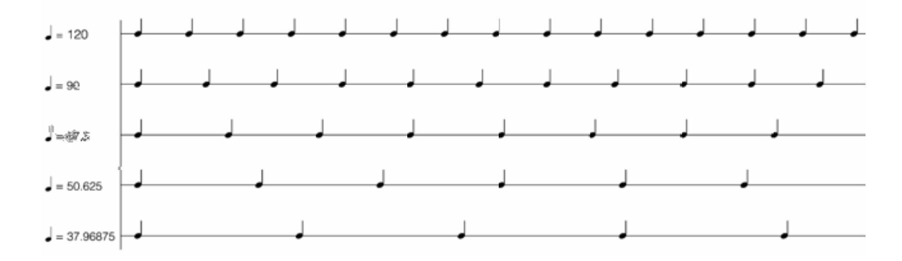
Abbildung 1.13: Eine Hierarchie von Notenwerten im Verhältnis 1 : 2.
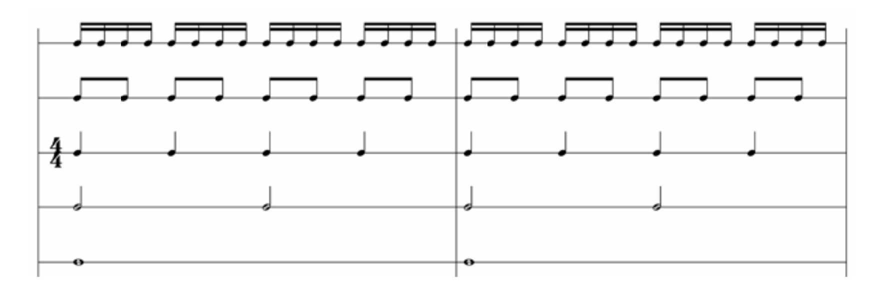


Abbildung 1.14: Eine Hierarchie von Notenwerten im Verhältnis 3 : 4.
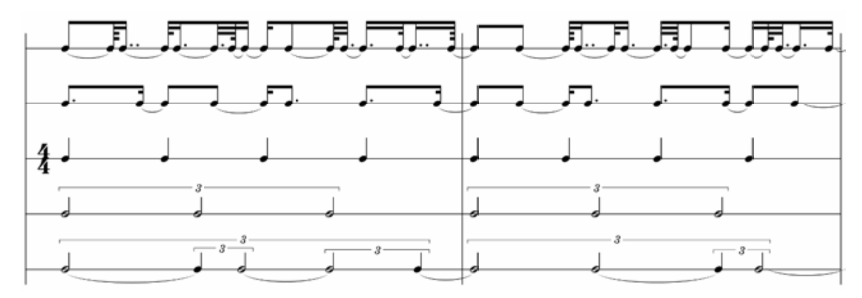
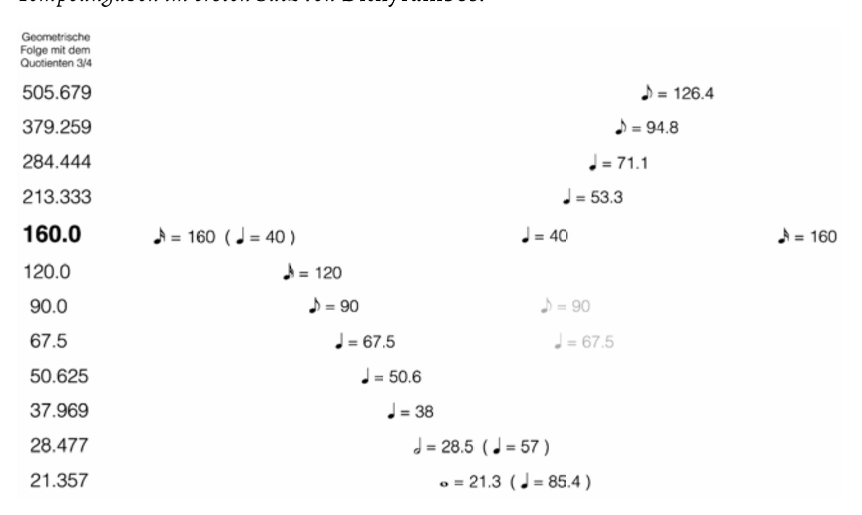


Abbildung 1.15: Eine Hierarchie von Tempi im Verhältnis 3 : 4.



Die Tempostruktur von *Dithyrambos* basiert auf ebendiesem Verhältnis 3 : 4. In der tempopolyphonen Darstellung kann dieses Verhältnis ohne Weiteres über mehrere Ebenen ausgebaut werden. In Abb. 1.16 sind lauter Tempi aufgelistet, die zueinander im Verhältnis 3 : 4 stehen. Diese Liste stellt den Möglichkeitsraum dar, in dem sich die Tempi der Komposition bewegen. Für den ersten Satz von *Dithyrambos* erstellt Ghent die folgende Tempodisposition: Zu Beginn spielen alle Instrumente in demselben Tempo 𝅘𝅥𝅯 = 160, dann kommen allmählich weitere Tempi dazu (in der Partitur erscheinen sie alle auf eine Stelle nach dem Komma gerundet). Diese neu hinzutretenden Tempi bewegen sich schrittweise in der Tempoliste abwärts. Damit steht jedes neu einsetzende Tempo in einem Verhältnis 3 : 4 zu einem bereits erklingenden Tempo. Je langsamer das Tempo ist, desto größer ist der zugeordnete Notenwert. Dies ist eine notationstechnische Maßnahme, um langsame Tempi besser unterteilen zu können.

Abbildung 1.16: Möglichkeitsraum der Tempi und Abfolge der tatsächlichen Tempoangaben im ersten Satz von Dithyrambos.
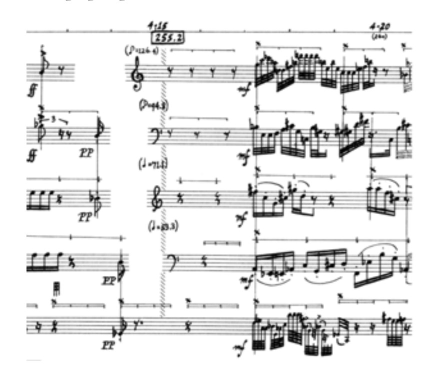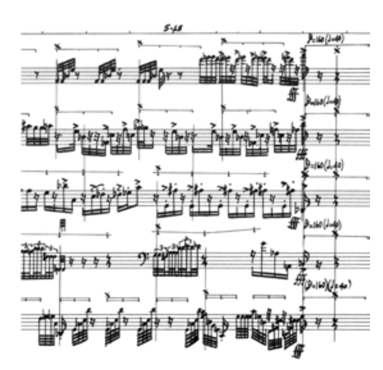


In der Mitte des Satzes treffen sich alle Stimmen wieder in einem gemeinsamen Tempo. Es beträgt ♩ = 40 und entspricht damit dem Anfangstempo 𝅘𝅥𝅯 = 160. Dieses ›Herunterrechnen‹ des Tempos von der Sechzehntelnote auf die Viertelnote wird nun beibehalten; es folgen lauter Tempi, für die eine Zahl aus der Tempoliste durch vier geteilt werden muss (z. B. 213.333 ÷ 4 = 53.333 oder 284.444 ÷ 4 = 71.111). Diese neuen Tempi bewegen sich in der Tempoliste schrittweise aufwärts. Nur die beiden Tempi 𝅘𝅥𝅮 = 90 und ♩ = 67.5 entziehen sich dieser Systematik; sie sind Rückgriffe auf zwei bereits zuvor etablierte Tempi. In der symmetrischen Anlage der Tempodisposition zeigt sich, dass das Tempo in *Dithyrambos* ein strukturell-gestalterisches Element ist. Der Satz teilt sich in zwei Hälften, die je mit einem

gemeinsamen Tempo beginnen (𝅘𝅥𝅯 = 160 bzw. ♩ = 40). Basierend auf dem Verhältnis 3 : 4 wird in der ersten Hälfte das Tempo nach unten, in der zweiten nach oben aufgefächert.

Gegen Ende des ersten Satzes wird die Tempostruktur zudem noch in besonderer Weise offengelegt. Alle Instrumente spielen in verschiedenen Tempi, d. h. in fünf benachbarten Tempi der Tempoliste. Dann wird während einer Generalpause bei allen Instrumenten außer der zweiten Trompete der Signalrhythmus unterbrochen und derart ›zurechtgerückt‹, dass sich unmittelbar anschließend bei 4'17" für alle Instrumente eine Koinzidenz ergibt. Dort beginnt ein Abschnitt, der genau so lange andauert, bis wieder ein gemeinsamer Taktschlag erreicht ist, d. h. bis alle Tempi wieder ›in Phase‹ sind und ein vollständiger Zyklus dieser fünffachen Überlagerung von Tempi im Verhältnis 3 : 4 durchlaufen ist. Am Ende dieses Abschnitts, der auch der Höhepunkt einer großen dynamischen Steigerung ist, wechselt das Tempo aller Instrumente unmittelbar zu 𝅘𝅥𝅯 = 160 und der Satz endet in demselben Tempo, wie er begonnen hat (Abb. 1.17).

Abbildung 1.17: Anfang und Ende des Zyklus mit der fünffachen Überlagerung der Tempoproportion 3 : 4 im ersten Satz von Dithyrambos.





Quelle: Ghent, *Dithyrambos*, S. 9 und 11.

1.4 Henry Cowells *Quartet Romantic*

Bei dem dritten Werkbeispiel, das hier besprochen wird, ist das Verhältnis zwischen kompositorischer Intention und tatsächlicher Realisierung noch einmal anders gelagert. Es handelt sich um das *Quartet Romantic*, das erste der beiden *Rhythm-Harmony-Quartets*, die Henry Cowell in den Jahren 1915–17 komponierte. Mit diesem Werk wollte Cowell seine Rhythmustheorien exemplifizieren, eine Aufführung hielt er, angesichts der enormen rhythmischen Schwierigkeiten dieser Musik, für unmöglich. »These first two quartets were considered unperfor-

mable by any known human agency and I thought of them as purely fanciful.«[27] Mithilfe eines von Ghent produzierten »click-track tape« konnte dieses Werk 1978 schließlich doch von menschlichen Musiker·innen aufgeführt werden.[28]

Cowell verfasste 1916–19, noch während seines Studiums bei Charles Seeger, den bemerkenswerten Text *New Musical Resources*, den er 1930 in überarbeiteter Form als Buch publizierte.[29] Es handelt sich um eine Sammlung von originellen, teils spekulativen, aber oft visionären Kompositionskonzepten. Die *New Musical Resources* wurden von der nachfolgenden Generation amerikanischer Komponisten rezipiert und gelten als eine der einflussreichsten Schriften für die amerikanische experimentelle Musik.[30] Rund die Hälfte des Textes ist den zeitbezogenen Aspekten der Musik gewidmet, d. h. kompositorischen Verfahren zur Organisation von Tondauern, Metren und Tempi. Ausgehend von einem ›holistischen‹ Musikverständnis[31] stützt er sich auf die Partialtonreihe, um sämtliche musikalischen Phänomene zu begründen. Die Verhältniszahlen der Partialtonreihe werden auf alle musikalischen Parameter angewendet und bieten so auch das rechnerische Mittel, um diese Parameter zueinander in Beziehung zu setzen.

> It is also discovered that rhythm and tone, which have been thought to be entirely separate musical fundamentals (and still may be considered so in many ways) are definitely related through overtone rations. Therefore the theory proposed may be termed a theory of musical relativity.[32]

Diese Sichtweise auf die Musik ist auch der Ausgangspunkt für den bemerkenswerten Brückenschlag, den Cowell vornimmt: Er postuliert ein Kontinuum zwischen

---

27 Henry Cowell, June 1939, Letter to Joseph Schillinger, New York, NY. Schillinger Collection. Baltimore: Arthur Friedheim Library, The Peabody Conservatory of the Johns Hopkins University. Zit. nach Margaret Schedel: *Anticipating Interactivity: Henry Cowell and the Rhythmicon, in: Organised Sound* 7 (2002), S. 247–254, hier S. 250.

28 New World Records: Catalog #80285, *Producer's Note* in Liner Notes: »Thanks to Emmanuel Ghent for preparing the click-track tape for Quartet Romantic«; vgl. auch: William Lichtenwanger: *The Music of Henry Cowell. A Descriptive Catalog*, New York: Institute for Studies in American Music 1986, S. 58.

29 Henry Cowell: *New Musical Resources*, hg. von David Nicholls, Cambridge: Cambridge University Press 1996.

30 Vgl. John Rockwell: Art. *Experimental music*, in: H. Wiley Hitchcock/Stanley Sadie (Hg.): *The New Grove Dictionary of American Music*, Bd. 2, S. 91–95.

31 Cowell war stark beeinflusst von theosophischen Lehren, er stand in den Jahren 1913–1931 im engem Kontakt zur theosophischen Kolonie Halcyon in Kalifornien. Diese Phase von Cowells Leben wird ausführlich beleuchtet von Steven Johnson: *Henry Cowell, John Varian, and Halcyon, in: American Music* 11 (1993), S. 1–27.

32 Cowell: *New Musical Resources*, S. xi.

Tonhöhen (Frequenzen) und Dauern. An einer anderen Stelle, im Vorwort zu seinen *Rhythm-Harmony-Quartets*, beschreibt Cowell, wie er zu dieser Erkenntnis kam:

> Our experiments with two simultaneous sirens showed that if they are tuned in the relationship 3:2, they will sound the interval of a prefect fifth; if they are both slowed down, keeping the same 3:2 relationship, they arrive at a rhythm of 3 against 2, heard as gentle bumps but also visible in tiny puffs of air through the holes in the sirens, and so easily confirmed. Tuned to any other harmonic ratio, of course, the same thing happens proving that these ratios express a single physical relationship which is heard as rhythm when slow and as pitch when fast.[33]

Das *Quartet Romantic* ist ein zweisätziges Werk für die unübliche Quartettbesetzung von zwei Flöten, Violine und Viola. Nur der erste Satz ist rhythmisch anspruchsvoll und exemplifiziert Cowells Theorie, polyrhythmische Proportionen und intervallische Proportionen aufeinander zu beziehen. Ein großer Teil dieses Satzes wird mit einem *da capo* wiederholt, am Ende ist eine kurze Coda angehängt. Bei einer weiteren Gliederung finden sich drei Abschnitte (Teil A, B, C), die sich alle satztechnisch voneinander unterscheiden.

Teil	A	B	C	A	B	Coda
Takte	1–56	57–129	130–167	1–56	57–129	168–175

Analog dazu, dass ein Zusammenklang von drei oder mehr Tönen Akkord genannt wird, bezeichnet Cowell eine Schichtung von mehreren Polyrhythmen in den *New Musical Resources* als rhythmische Harmonie (»rhythmic harmony«).[34] Dieses Konzept bildete die Grundlage des Kompositionsprozesses, der in drei Arbeitsschritten ablief, wie Cowell selbst auf den Seiten vor dem Notentext in der Partitur erläutert.[35] In einem ersten Schritt komponierte Cowell einen vierstimmigen Satz, den er als harmonisches Thema (»harmonic theme«) bezeichnete. Der vierstimmige Satz, der das harmonische Thema für den Teil A bildet, ist tonal, choralartig, in der ersten Hälfte schlicht, in der zweiten mit Achtelbewegungen figuriert. Er ist keinem historischen Stil zuzuordnen und ist, was die Akkordprogression und die Satztechnik angeht, nicht besonders elegant (Abb. 1.18).

33 Henry Cowell: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*, New York: C. F. Peters Corporation 1964.

34 Cowell: *New Musical Resources*, S. 53.

35 *Composer's Working Notes on the Quartet Romantic*, in: Cowell: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*.

Abbildung 1.18: Das harmonische Thema (»harmonic theme«) des ersten Teils von Henry Cowells Quartet Romantic.
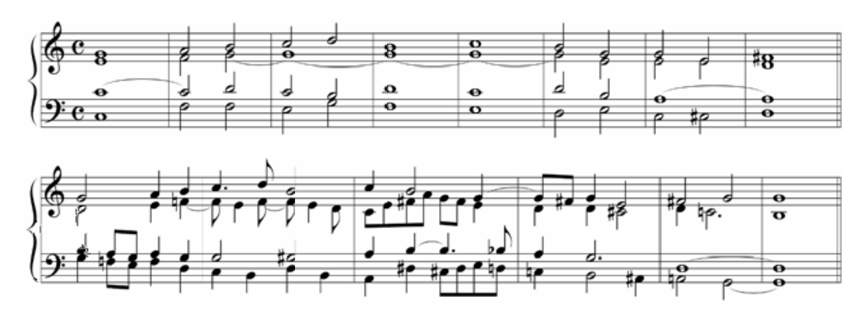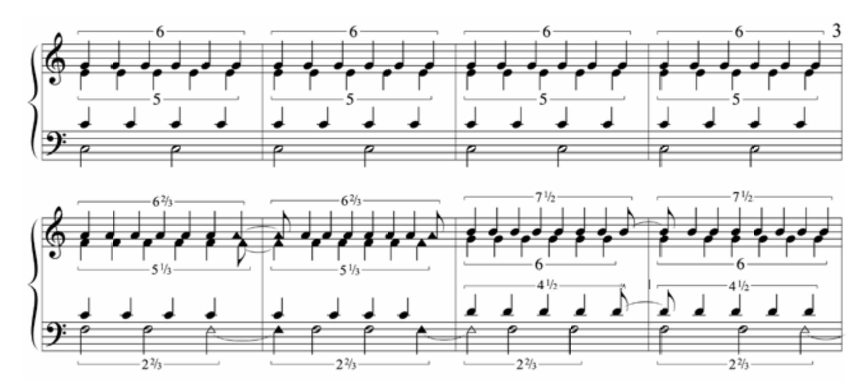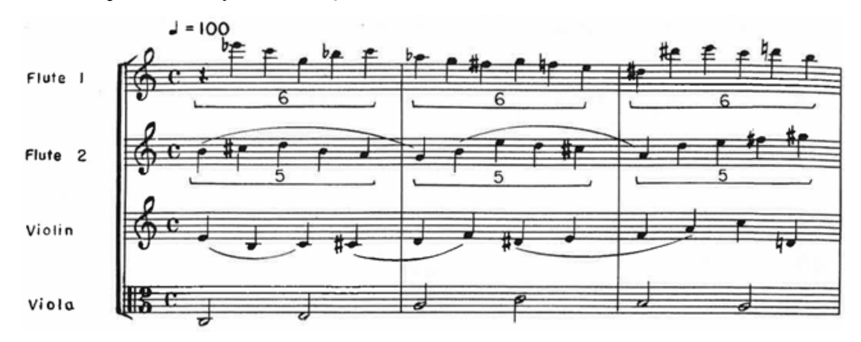


Abbildung 1.19: Die aus dem harmonischen Thema hergeleitete rhythmische Struktur, T. 1–8.



Im zweiten Arbeitsschritt wurden die Tonhöhen dieses harmonischen Themas in Notenwerte übersetzt und eine rhythmische Struktur erzeugt (Abb. 1.19). Dazu nahm Cowell das *C* als Grundton und kann damit jeder Tonhöhe gemäß ihres Index in der Partialtonreihe eine polyrhythmische Unterteilung der ganzen Note zuweisen. Für jede Viertelnote des harmonischen Themas steht ein ganzer Takt in der rhythmischen Struktur. Deshalb wird beispielsweise der vier Viertel dauernde erste Akkord in eine Folge von vier rhythmisch identischen Takten überführt. Für Töne, die nicht in der Partialtonreihe über *C* vorkommen, errechnet sich das rhythmische Äquivalent wie folgt: Das *f*, das beispielsweise im zweiten Takt des harmonischen Themas in der Bassstimme vorkommt, steht eine Undezime über dem Grundton. Das Intervall der Undezime findet sich auch zwischen dem dritten Partialton *g* und dem achten Partialton *c''* und damit errechnet sich die Proportion 8/3, bzw. 2 2/3. Diese Proportion ergibt einen Rhythmus, der den Takt (die ganze Note) mit drei ungleich langen Notenwerten füllt: Die Dauer des dritten Notenwertes beträgt nur 2/3 der Dauer der anderen beiden Notenwerte. Da sich

Abbildung 1.20: Henry Cowells Quartet Romantic, *Takt 1–3.*



Quelle: Cowell, *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*, S. 1.

Abbildung 1.21: Das harmonische Thema des zweiten Teils von Henry Cowells Quartet Romantic, *T. 1–12.*
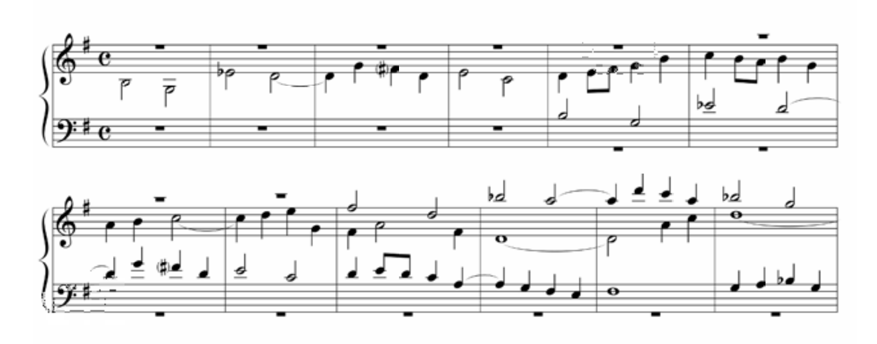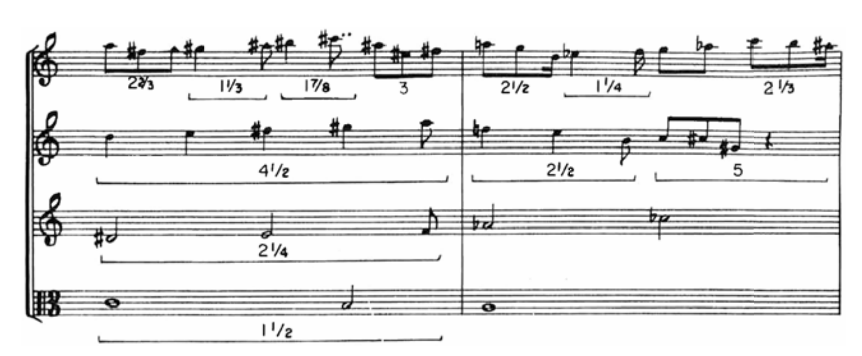


Abbildung 1.22: Henry Cowells Quartet Romantic, *T. 134 f.*



Quelle: Cowell, *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*, S. 18.

eine Zweidrittelnote in traditioneller Notation nicht darstellen lässt, verwendete Cowell hier eine alternative Notation mit dreieckigen Notenköpfen.

Im dritten Arbeitsschritt wurde die rhythmische Struktur mit Tonhöhen versehen. Die Tonhöhen sind frei gesetzt und atonal. Die harmonische Struktur des ursprünglichen Choralsatzes ist vollständig in der Rhythmik aufgegangen, für die Tonhöhenordnung spielt sie keine Rolle, lediglich das tiefe *c* der Viola zu Beginn des Stückes ist als Relikt des harmonischen Themas erhalten geblieben (Abb. 1.20).

Auch im Teil B wurden die Rhythmen jeder einzelnen Stimme von einem harmonischen Thema abgeleitet, bei dem es sich um eine Fuge handelt (Abb. 1.21). Auch dieses harmonische Thema wird – nunmehr ausgehend von der Partialtonreihe über dem Ton *G'* – in einen Rhythmus übersetzt und dann mit freier Tonwahl ausgearbeitet. Ein harmonisches Thema für den Teil C ist – falls es je existierte – nicht erhalten. Es ist anzunehmen, dass Cowell, als er an diesem Abschnitt zu arbeiten begann, sich so weit in die komplexe rhythmische Sprache dieses Werkes eingearbeitet hatte, dass er es vorzog, seine Systematik aufzugeben und frei weiterzukomponieren. Zudem war er so nicht mehr an ein vorgefertigtes rhythmisches Gerüst gebunden, was ihm erlaubte, die Komplexität weiter auf die Spitze zu treiben. Die Polyrhythmen ändern sich hier viel rascher, manchmal gar mit jedem Viertel (Abb. 1.22).

Es war Cowell bewusst, dass das *Quartet Romantic* aufgrund seiner rhythmischen Komplexität nicht aufführbar war. Die Möglichkeit, technikgestützte Tempovermittlung einzusetzen, zog er nicht in Erwägung. Ein entsprechendes Verfahren stand damals noch nicht zur Verfügung, aber Cowell hätte sich – ebenso wie Ghent – selbst eines konstruieren (lassen) können. Dass ein solcher Gedanke nicht zu weit hergeholt ist und Cowell tatsächlich auch über Rhythmusmaschinen nachdachte, zeigt eine Stelle in den *New Musical Resources:*

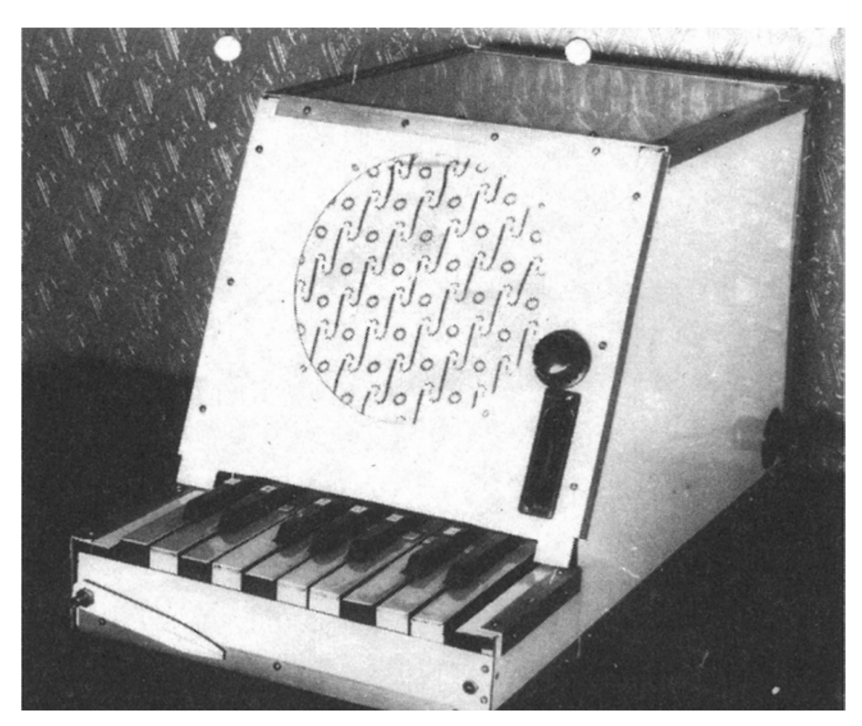
> It is highly probable that an instrument could be devised which would mechanically produce a rhythmic ratio, but which would be controlled by hand and would therefore not be over-mechanical. For example, suppose we could have a keyboard on which when C was struck; a rhythm of eight would be sounded; when D was struck, a rhythm of nine; when E was struck, a rhythm of ten. By playing the keys with the fingers, the human element of personal expression might be retained if desired. It is heartily proposed that such an instrument [...] be constructed.[36]

Cowell wurde im Jahr 1929 mit dem russischen Ingenieur, Erfinder und Musiker Lew Sergejewitsch Termen, auch bekannt unter seinem französierten Namen Leon Theremin, in New York bekannt gemacht. Cowell hatte gerade für den dritten Satz seines *Concerto for Piano and Orchestra* eine Passage komponiert, die auf-

36 Cowell: *New Musical Resources*, S. 65 f.

grund ihrer rhythmischen Komplexität kaum von einer einzelnen Person akkurat spielbar war. Er trat mit der Idee an Termen heran, ein Instrument zu entwickeln, das die Ausführung von solchen komplizierten rhythmischen Kombinationen ermögliche. In den frühen 1930er Jahren arbeiteten sie zusammen an einer Rhythmusmaschine und am 19. Januar 1932 wurde das Resultat an der *New School for Social Research* vorgestellt. Die neue Erfindung wurde Rhythmicon genannt (auch bekannt als Polyrhythmophone) und war ein Instrument mit einer Klaviatur von 17 Tasten. Es konnte Polyrhythmen in den Proportionen der Partialtonreihe wiedergeben: Die erste Taste erzeugte einen regelmäßigen Puls, die zweite Taste einen doppelt so schnellen Puls mit einer um eine Oktave höheren Tonhöhe, die dritte Taste einen dreimal so schnellen Puls mit einer um eine Duodezime höheren Tonhöhe etc. Termen baute zwei Rhythmicons in Amerika und in den frühen 1960er Jahren noch ein drittes von kompakterer Bauweise, das sich heute am *Termen-Zentrum* in Moskau befindet und immer noch spieltauglich ist (Abb. 1.23).[37]

Abbildung 1.23: Das dritte Rhythmicon, gebaut in den frühen 1960er Jahren in Moskau.



Quelle: Smirnov, *Sound in Z. Experiments in Sound and Electronic Music in Early 20th Century Russia*. S. 66.

37 Vgl. Andrey Smirnov: *Sound in Z. Experiments in Sound and Electronic Music in Early 20th Century Russia*. London: Koenig Books 2013, S. 67.

Cowell schrieb, als das Rhythmicon schließlich zur Verfügung stand und seine Utopie einer Rhythmusmaschine verwirklicht zu sein schien, lediglich zwei Stücke für dieses Instrument. Danach gab er, obwohl seine kompositorische Beschäftigung mit Polyrhythmen andauerte, das Rhythmicon auf. Die Gründe dafür mögen in der technischen Instabilität und dem groben, unschönen Klang dieses Instruments gelegen haben, oder wie es Nicolas Slonimsky zusammenfasst: »Like many futuristic contraption, the Rhythmicon was wonderful in every respect, except that it did not work.«[38] Mit dem Rhythmicon konnten komplexe Polyrhythmen auf der Basis der ganzzahligen Proportionen der Partialtonreihe erzeugt werden, darin lag Cowells Interesse. Die Idee, diesen Apparat – in leicht modifizierter Form – zur Synchronisation von menschlichen Musiker·innen zu verwenden, indem die Signale an verschiedene Kopfhörer ausgegeben werden, schien sich ihm nicht aufzudrängen.

Trotz dem hohen Grad an spekulativer Konstruktion, der im *Quartet Romantic* zu finden ist, legt Cowell im Vorwort der Partitur auf geradezu romantische Ausdrucksqualitäten Wert und hofft, dass ein technisches Hilfsmittel – sollte eines verwendet werden – diese nicht zerstört:

> In both quartets the musical intention was flowing and lyrical […] I should like to point out that it was conceived as something human that would sound warm and rich and somewhat rubato. Whatever the electronic or other means used for it, its composer hopes that it need not sound icy in tone nor rigid in rhythm.[39]

Diese Äußerung kann auch als ein Bekenntnis zu einer ›menschlichen‹ Aufführungspraxis verstanden werden. Die Verwendung eines technischen Hilfsmittels steht nicht im Zentrum von Cowells Interesse. Somit konnte diese Musik erst nach seinem Tod und mit der Hilfe von Emmanuel Ghent, den man als Spezialist für technische Tempovermittlung heranzog, aufgeführt werden.

* * *

Das Coordinome, seine Erfindung und seine Verwendung veranschaulichen beispielhaft, in welcher Weise sich Technik und Musik gegenseitig beeinflussen können. Dies zeigt sich in verschiedener Weise. Zum einen bezüglich der Aufführungspraxis: Kontrolliert tempopolyphone Musik kann ab einem gewissen Komplexitätsgrad nicht ohne die Hilfe von technischer Tempovermittlung realisiert werden. Zum anderen in den künstlerischen Denkprozessen: Die technikgestützte Tempovermittlung prägt die kompositorische Konzeption, die Notation

38 Nicolas Slonimsky: *Perfect Pitch. A Life Story*, Oxford: Oxford University Press 1988, S. 151 f.

39 Cowell: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric*, Preface, o. S.

und die Wahl der musikalischen Mittel. Dies konnte am Beispiel von Emmanuel Ghents *Dithyrambos* gezeigt werden.

Elliott Carters *Double Concerto* und Henry Cowells *Quartet Romantic* sind zwei Werke, die ebenfalls in das thematische Feld von Musik mit komplexen Rhythmus- oder Tempostrukturen gehören, jedoch einen alternativen Zugang zeigen, da sie nicht für eine Aufführung mit technikgestützter Tempovermittlung konzipiert wurden. Was sie hingegen mit *Dithyrambos* verbindet, ist eine stark auf Zahlen und Berechnungen basierende Konzeption.

Technikgestützte Tempovermittlung löst die Synchronisationsprobleme, die tempopolyphone Musik mit sich bringt. Gleichzeitig schafft sie jedoch auch neue Probleme, indem sie Produktionsprozesse provoziert, die mit etlichen zusätzlichen Arbeitsschritten belastet sind. Zudem ist man beim Üben, Proben und Aufführen der Musik ständig von einer Maschine abhängig. Wie diese Aspekte zu gewichten sind und ob die präzise Synchronisation einen musikalischen Mehrwert bietet, der den technischen Mehraufwand aufwiegt, muss von Fall zu Fall entschieden werden.

Als Ghent sein Coordinome erfand, gehörte der Click-Track in der Filmmusik schon längst zur gängigen Praxis.[40] Er war – wenn auch nicht im Zusammenhang mit experimentellen Tempokonzepten – fast vier Jahrzehnte zuvor entwickelt worden. Es erstaunt, dass der Click-Track den Weg in die Musik der Avantgarde nicht fand. Ghent verweist in seinen Artikeln weder auf die Praxis der Filmmusik noch verwendet er den Begriff Click-Track (oder vermeidet ihn absichtlich, um sich abzugrenzen). Diese Ignoranz ist symptomatisch: Filmmusik wurde von der avancierten Neuen Musik nicht zur Kenntnis genommen. Mit der Filmmusik und ihren Entwicklungen zur technikgestützten Tempovermittlung befasst sich das nächste Kapitel.

---

40 Dies dokumentiert z. B. ein Handbuch zu Techniken und Praktiken der Filmmusik, das in demselben Jahr wie Ghents Artikel erschien: Robert Emmett Dolan: *Music in Modern Media. Techniques in Tape, Disc and Film Recording, Motion Picture and Television Scoring and Electronic Music*, New York: Schirmer 1967.

2. Synchronisation zu anderen Medien: die frühe Filmmusik

In the relation of music to the movies,
the primary problem is synchronization.
Darius Milhaud[1]

Sucht man in der Fachliteratur nach den Werken, bei denen es erstmals zu einem Nebeneinander von akustischen Instrumenten und einem vorproduzierten und auf Tonträger fixierten Zuspiel kam, trifft man vielerorts auf dieselben Beispiele aus den frühen 1950er Jahren: *Déserts* von Edgar Varèse und *Musica su due dimensioni* von Bruno Maderna.[2] In *Déserts* für Bläser, Klavier, Schlaginstrumente und Tonband, das Varèse zwischen 1949 und 1954 komponierte, sind die akustischen Musikinstrumente und das elektroakustische Zuspiel komplett voneinander abgegrenzt und als eigene Klangwelten einander gegenübergestellt. Die auf einem zweikanaligen Tonband aufgezeichneten elektroakustischen Abschnitte sind als »Interpolationen« bezeichnet und ihre Wiedergabe alterniert mit dem Spiel des Orchesters – falls sie nicht gänzlich weggelassen werden und das Werk rein instrumental aufgeführt wird, was ebenfalls möglich ist. In der Partitur sind

1 Zit. nach James Eugene Wierzbicki/Nathan Platte/Colin Roust: *The Routledge Film Music Sourcebook*, New York: Routledge 2012, S. 64–67, hier S. 66.

2 Dies soll hier anhand einiger Lexikonartikel beispielhaft belegt werden: »Eines der ersten Stücke der Kategorie Instrumentalaufführung mit Einspielung von vorproduziertem Klangmaterial ist Edgard *Varèses Déserts* […]«, lesen wir bei Martin Supper, Art. *Elektroakustische Musik*, in: Ludwig Finscher (Hg.), MGG, Sachteil Bd. 2, Sp. 1717–1765, hier: Sp. 1751. Bei den Erläuterungen zu *Mixed music* im *New Grove Dictionary* ist *Musica su due dimensioni* das älteste der angeführten Beispiele, siehe Simon Emmerson und Dennis Smalley, Art. *Electro-acoustic music*, in: Stanley Sadie (Hg.): *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, S. 59–67, hier: S. 61. Im *Lexikon Neue Musik* nennt Elena Ungeheuer im einem mit »Live-Elektronik als inszenierte Gegenüberstellung« übertitelten Abschnitt Madernas *Musica su due dimensioni* für Flöte Becken und Tonband (1952) als erstes und beinahe einziges Werkbeispiel. Elena Ungeheuer, *Ästhetische Pragmatiken analoger und digitaler Musikgestaltung im 20. und 21. Jahrhundert*, in: Jörn Peter Hiekel/Christian Utz (Hg.): *Lexikon Neue Musik*, Kassel: Bärenreiter, 2016, S. 77–87, hier S. 83. Im Artikel über Orchestermusik im *Lexikon Neue Musik* heißt es: »[…] die Anfänge der Komposition für Orchester und Elektronik sind in den 1950er Jahren zu orten. Bezeichnend hierfür ist die Komposition *Déserts* (1949–1954) von Edgard Varèse, […]« Emmanouil Vlitakis, Art. *Orchester*, in: Ebd., S. 483.

die Stellen bezeichnet, wo der Tontechniker das Zuspiel startet und die Instrumentalisten für die Dauer des Zuspiels ihr Spiel unterbrechen. Durch das ständige Alternieren der instrumentalen und elektroakustischen Musik besteht die einzige Koordinationsaufgabe darin, diese Einsätze richtig zu treffen. Die Gestaltung des Tempos liegt im Ermessen des Dirigenten und hat keinerlei Bedeutung für die Synchronisation. Eine sehr ähnliche Disposition findet sich bei Madernas *Musica su due dimensioni* von 1952 für Flöte, Becken und Tonband.[3] Dieses Stück besteht aus drei Teilen, die einander ohne Unterbrechung folgen; der erste ist nur für Tonband, der zweite ein Solo für die Flöte und der dritte wieder für Tonband mit einem einzigen Beckenschlag gegen Ende. Es gibt drei Stellen, die koordiniert werden müssen: der Einsatz der Flöte zu Beginn des zweiten Teils, der Einsatz des Tonbands am Ende des zweiten Teils und der Schlag auf das Becken. Diese Stellen sind im Notentext angezeichnet und lassen sich von den Ausführenden durch einfaches Mitlesen mühelos erreichen.

Die Identifikation dieser beiden Werke als die frühesten Kompositionen der Kategorie ›Mixed music‹ ist berechtigt: Es handelt sich tatsächlich um Schlüsselwerke, die innerhalb des Genres der Neuen Musik den Beginn einer neuen Aufführungspraxis und -ästhetik markieren, und dies soll auch hier nicht in Frage gestellt werden. Wird aber der Fokus vom Genre auf das technische Verfahren verlagert, muss konstatiert werden, dass die Filmmusik, die ja grundsätzlich auf der *Gleichzeitigkeit* von Bild und Musik beruht, schon längst viel anspruchsvollere Herausforderungen der Synchronisation von Musiker·innen und Filmwiedergabe bewältigt hatte. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint es lohnenswert, die Geschichte des Tonfilms und die damit verbundenen Entwicklungen in der Filmmusik eingehend zu betrachten.

Die Entwicklung von technischen Verfahren zur Synchronisierung von Musiker·innen zu einer Filmwiedergabe begann in den 1910er Jahren, weil es sich als zu problematisch herausgestellt hatte, die voneinander getrennten Techniken der Bild- und Tonaufzeichnung, den Kinematographen und das Grammophon, untereinander zu synchronisieren. Als sich in den späten 1920er Jahren schließlich das Lichttonverfahren etablierte, es also möglich wurde, Bild und Ton auf demselben Datenträger aufzuzeichnen, war die vollkommene Synchronisation der Wiedergabe von Bild und Ton möglich. Damit war es zwar nicht mehr erforderlich, Live-Musik zur Filmvorführung zu synchronisieren, aber für die Aufzeichnung von Filmmusik im Studio wurden solche technische Verfahren weiterhin benötigt. Einige von ihnen wurden direkt aus der Stummfilmzeit übernommen und weiterverwendet, andere neu erfunden, z. B. der Click-Track.

3 Maderna verwendete den Titel Musica su due dimensioni 1958 ein zweites Mal für ein musikalisch verschiedenes Stück für Flöte und Tonband.

In diesem Kapitel werden die Verfahren zur technikgestützten Koordination von Musiker·innen zum Bewegtbild anhand einiger Beispiele beschrieben. Vorangestellt ist eine Darstellung der Anfänge der Ton- und Bildaufzeichnung, die aufzeigen soll, vor welchem technikgeschichtlichen Hintergrund diese Entwicklungen stattfanden.

2.1 Die Anfänge der Ton- und Filmaufzeichnung

Im Unterschied zur Fotografie ist die Aufnahme des Bewegtbildes an den Zeitfluss gebunden. Dasselbe gilt für Tonaufnahmen, hier ist die Zeitgebundenheit sogar konstitutiv, es gibt keine akustische Analogie zum Einzelbild. In diesem ›Speichern der Zeit‹ zeigt sich eine enge Verwandtschaft zwischen den beiden technischen Verfahren der Film- und Tonaufzeichnung. Doch obwohl sie fast zeitgleich erfunden wurden, kam es doch nicht ganz so unmittelbar zu ihrer Kombination, wie man sich das aus heutiger Sicht vorstellen könnte.[4] Die Akteure in der Anfangszeit ab den 1870er Jahren waren Erfinder, die sich primär einem der beiden Verfahren, entweder der Film- oder der Tonaufzeichnung, widmeten und das andere als originelles Komplement verstanden. Dass sie damit an der Entwicklung eines neuen Mediums beteiligt waren, das das kommende Jahrhundert prägen sollte, erkannten sie noch nicht.[5]

1878 erhielt Thomas A. Edison das Patent für den Phonographen.[6] Mit dem bereits 1857 von Édouard-Léon Scott de Martinville erfundenen Phonautographen, der Schallschwingungen auf einen rußgeschwärzten Glaszylinder schreiben konnte, war die Aufzeichnung von Schall zwar schon bekannt, aber erst Edisons Apparat ermöglichte es, Schall nicht nur aufzunehmen und zu speichern, sondern auch wiederzugeben. In der populärwissenschaftlichen Zeitschrift *Scientific American* erschien am 22. Dezember 1877 ein Artikel über diese neue Erfindung. Bei der Aufzählung möglicher Anwendungszwecke liegt der Fokus auf der Konservierung und Wiedergabe der menschlichen Stimme: Es könnten Hörbücher hergestellt oder die Stimmen großer Sänger nach ihrem Tod konserviert werden, zudem biete sich die unzweifelhafte Evidenz der Wiedergabe auch für juristische Zwecke an, wie für die Aufzeichnung von Testamenten oder Zeugenaussagen vor Gericht. Der Artikel schließt mit dem Vorschlag, den ›sprechenden‹ Phonographen mit stereoskopi-

---

4 Zur Vorgeschichte des Tonfilms und zu den frühen technischen Experimenten vgl. Harald Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms. Beitrag zu einer faktenorientierten Mediengeschichtsschreibung*, Freiburg im Breisgau/München: Karl Alber 1984, S. 16–43.

5 Ebd., S. 42.

6 Patent Nr. 200521, Vereinigte Staaten, 19. Februar 1878, *Improvement in Phonograph or Speaking Machines*.

schen Fotografien zu verbinden. Dies scheint das Äußerste zu sein, was sich der Autor vorstellen konnte, »it would be difficult to carry the illusion of real presence much further«. Von einer Kombination mit dem Bewegtbild ist nicht die Rede.[7]

Auch Edison selbst zeigte vorerst kein Interesse daran, die Tonaufzeichnung mit der Bewegtbildaufzeichnung zu kombinieren. In dem 1878 erschienenen Artikel *The Phonograph and Its Future* beschreibt er zuerst nüchtern und systematisch die Funktionen des Phonographen und zählt danach eine Reihe möglicher Anwendungen auf. Als wichtigsten Zweck nennt er das »Letter-writing«, das Aufzeichnen und Verschicken von Sprachnachrichten. Weitere Anwendungen sieht er in der Herstellung von Hörbüchern für Blinde, der Aufzeichnung von Liedern, der Aufzeichnung der letzten Worte sterbender Familienmitglieder, der Tonwiedergabe in Spielzeugen (insbesondere sprechende Puppen, aber auch Lokomotiven oder Tiere), der Aufzeichnung von Telefongesprächen und in sprechenden Uhren.[8] Edison verstand seinen Phonographen in erster Linie als einen Apparat zur Aufzeichnung und Wiedergabe der menschlichen Stimme. Selbst wenn es sich in seiner Aufzählung um Musik handelt, dann nur um Vokalmusik, wenn es sich um Spielsachen handelt, dann darum, Objekten eine ›Stimme‹ zu geben. Die Fokussierung auf Sprache und Stimme war offensichtlich so dominant, dass selbst der findige Geist Edisons nicht die Möglichkeit in Erwägung zog, den Phonographen mit einer Bildaufzeichnung zu kombinieren. Dies wird hier mit keinem einzigen Wort erwähnt.

Der oben genannte, im *Scientific American* publizierte Artikel wurde am 3. Januar 1878 in der naturwissenschaftlichen Fachzeitschrift *Nature* nochmals abgedruckt. Darauf reagierte ein gewisser Wordsworth Donisthorpe mit einem Leserbrief, der in der Ausgabe vom 24. Januar 1878 erschien.[9] Donisthorpe nahm Bezug auf die am Ende des Artikels aufgeworfene Idee, den Phonographen mit der stereoskopischen Fotografie zu verbinden, und machte geltend, diese Idee sogar überbieten zu können, wenn der Phonograph mit dem Kinesigraph kombiniert würde. Beim Kinesigraphen handelte es sich um eine Kamera zur Aufnahme von Serienfotografien mit 1/4–1/2 Sekunde Belichtungszeit. Dazu wurden lichtempfindliche Platten verwendet, die zur Belichtung von einem oberen Magazin in die Kamera und danach in ein unteres Magazin rutschten. Für diesen Apparat wurde Donisthorpe 1876 das Patent erteilt.[10] Es ist aber kaum anzunehmen, dass die vorgeschlagene Kombination mit

7 Scientific American, 22. Dezember 1877, S. 384–385.

8 Thomas A. Edison: *The Phonograph and Its Future, in: The North American Review* 126 (1878), S. 527–536.

9 *Nature*, Bd. XVII, 24. Januar 1878, S. 242.

10 Patent, Nr. 4344, Großbritannien, 1876, *Improvements in Apparatus for Taking a Succession of Photographic Pictures and for Exhibiting such Pictures*; vgl. Stephen Herbert: *Industry, Liberty, and a Vision. Wordsworth Donisthorpe's Kinesigraph*, London: The Projection Box 1998, S. 24 f. und Anm. 43.

dem Phonographen praktikabel gewesen wäre. Die großen Zeitintervalle zwischen den einzelnen Fotografien hätten das gesamte System zu träge gemacht.[11]

In den 1880er Jahren erhielt Edisons Phonograph Konkurrenz: Alexander Graham Bell, Chichester Bell und Summer Tainter entwickelten das Graphophone,[12] das im Gegensatz zum Phonographen als Aufzeichnungsmedium für die Tonsignale statt Stanniolfolie eine mit Wachs überzogene Papprolle verwendete, wodurch die klanglichen Eigenschaften erheblich verbessert werden konnten. Kurz darauf präsentierte Emil Berliner das Grammophon.[13] Die Neuerung war der scheibenförmigen Tonträger – Berliner selbst prägte den Begriff Schallplatte –, der mit einer spiralförmigen Rille beschrieben wurde. Dieser Tonträger war nicht nur platzsparender, sondern auch viel leichter zu vervielfältigen als die Walzen des Phonographen, die immer einzeln bespielt werden mussten. Überhaupt war Berliners Konstruktion einfacher und kostengünstiger, nicht zuletzt auch deshalb, weil ›normale‹ Grammophone reine Abspielgeräte waren.

Diese Konkurrenz spornte wiederum Edison an. Angetrieben durch den Verlust von Marktanteilen, den seine Erfindung nun erfuhr, versuchte er, die Konkurrenzfähigkeit seines Phonographen wiederherzustellen.[14] In diesem Zusammenhang schien Edison sich auch nochmals grundsätzliche Gedanken über die Anwendungsmöglichkeiten des Phonographen zu machen und zog sogar eine Verbindung mit dem Bewegtbild in Erwägung, wie William K. L. Dickson, ein damaliger Mitarbeiter Edisons, bestätigt: »In 1887 Mr. Edison […] disclosed his favorite scheme of joining his phonograph to pictures taken photographically with a device like the *Zoëtrope*«.[15]

Der erste real durchgeführte Versuch, Bild und Ton synchron ablaufen zu lassen, fand in Edisons Laboratorien statt. 1889 brach Edison zu einer Reise nach Europa auf. Dickson berichtet, wie Edison bei der Abfahrt des Schiffes an der Reling stand und seine Fäuste vor die Augen hielt. Er sah in dieser Pantomime die Aufforderung, die Entwicklung des Kinetoskops weiterzuführen und bis zu Edisons Rückkehr zu vervollständigen.[16] Es gelang ihm tatsächlich, ein funktionierendes Tonbild herzustellen. Als Edison am 6. Oktober 1889 in sein Laboratorium

---

11 Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms*, S. 21 f.

12 Patent Nr. 341214, Vereinigte Staaten, 4. Mai 1886, *Recording and Reproducing Speech and Other Sounds*.

13 Patent Nr. 372786, Vereinigte Staaten, 8. November 1887, Gramophone [sic].

14 Diese Tatsache wird dokumentiert durch insgesamt 33 Patente auf Verbesserungen oder Veränderungen des Phonographen, die Edison in den Jahren 1887–1888 beantragte, vgl. Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms*, S. 24.

15 William Kennedy Laurie Dickson: *A Brief History of the Kinetograph, the Kinetoscope and the Kineto-Phonograph*, in: *Journal of the Society of Motion Picture Engineers* 21 (1933), S. 435–455, hier S. 437 (Hervorhebung im Original).

16 Ebd., S. 445.

zurückkehrte, konnte Dickson ihm das Kinetophon vorführen. Der Tonfilm zeigte Dickson, wie er seinen Hut lüftet, lächelt und spricht: »Good morning, Mr. Edison, glad to see you back. Hope you like the kinetophone. To show the synchronization I will lift my hand and count up to ten«.[17] In Dicksons weiteren Schilderungen erkennt man seine Freude und Erleichterung, dass dieses Experiment geglückt war und der Film tatsächlich ohne Panne ablief.[18] Es ist anzunehmen, dass die gesamte Versuchsanordnung äußerst fragil und fehleranfällig war.

Ab den 1890er Jahren versuchten verschiedene Konstrukteure, den Filmprojektor mit dem Grammophon zu koppeln. Es wurden etliche Nadeltonsysteme entwickelt und durchaus erfolgreich vermarktet.[19] Zu den ersten kommerziellen Tonbildvorführungen kam es am 1. November 1895 durch die Brüder Max und Emil Skladanowsky im Berliner Varieté-Restaurant Wintergarten und am 28. Dezember 1895 durch die Brüder Auguste und Louis Lumière im Pariser Grand Café. In der nun folgenden Zeit der Tonbilder (bis zum Anfang der 1910er Jahre) wurden vor allem Musikfilme – Aufnahmen von Tänzen, Opernarien, Variéténummern etc. – zusammen mit dem originalen Ton der Künstler auf Schallplatte im Kino vorgeführt. In Deutschland hatte Oskar Messter mit dem Biophon das Marktmonopol, in Frankreich Léon Gaumont mit dem Chronophone. Die Synchronisation der verschiedenen Apparate zur Bild- und Tonwiedergabe wurde mit verschiedenen Methoden angegangen:[20]

- Phonograph und Kinematograph wurden von einem gemeinsamen Motor angetrieben, mit mechanischen oder elektromagnetischen Massnahmen wurden die verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten sowie die für das Filmband benötigte diskontinuierliche Bewegung erzielt.
- Der Motor einer der beiden Maschinen trieb die andere an. Meist war dies der Phonographenmotor, weil die Tonwiedergabe nur wenig Spielraum im Drehzahlbereich zuließ.
- Die Geschwindigkeiten beider Maschinen wurde auf ein Zeigersystem übertragen. Der Vorführer konnte daran erkennen, ob die beiden Maschinen gleich schnell liefen.

Der Vollständigkeit halber muss an dieser Stelle auch erwähnt werden, dass der Nadelton nicht der einzige Versuch war, dem Stummfilm eine akustische Ebene hinzuzufügen. Es wurden auch Sprecher eingesetzt, die das Filmgeschehen

17 Ebd., S. 447 f.

18 Ebd., S. 447.

19 Zu dieser ersten Phase des Tonfilms, der Tonbildepoche, vgl. vgl. Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms*, S. 45–105.

20 Ebd., S. 69 f.

kommentierten, oder sogar Schauspieler·innen, die die Rollen sprachen. Auch untermalende Musik spielte eine wichtige Rolle, aber es handelte sich oft um unsynchronisierte Phonographenmusik bzw. um einen Klavier- oder Harmoniumspieler. Ab 1908 wurden Geräuschmaschinen verwendet, die über eine Tastatur bedient und zur Nachahmung verschiedenster Geräusche wie Pferdegetrappel, Schiffssirenen, Kirchenglocken usw. eingesetzt wurden. Diese Praxis der live erzeugten Musik und Geräusche erwies sich bald als die vorerst zukunftsträchtigere, denn die erste Epoche des Nadeltons ging noch vor dem Ersten Weltkrieg zu Ende.[21] Obwohl das Tonbild zu dieser Zeit eine beachtliche Position auf dem Weltmarkt erreicht hatte, verlor es seine anfängliche Faszination und die technischen Unzulänglichkeiten traten immer stärker in den Vordergrund. Die gewichtigsten Gründe für das Ende der Tonbildepoche waren folgende:

- Die Probleme der Koppelung von Grammophon und Filmprojektion konnten nicht zufriedenstellend bewältigt werden. Zwar hatten Erfinder und Techniker Lösungen für die Synchronisation von Bild- und Tonwiedergabe gefunden, aber die Vorführungen mussten sorgfältig von einer Fachperson überwacht werden. Damit war keine Alltagstauglichkeit gewährleistet, denn dazu hätten die Systeme so robust sein müssen, dass sie auch – wie es meist geschah – von Nichttechnikern hätten bedient werden können. Messter schildert dieses Problem: »Bis 1913 hatten sich 500 Lichtspieltheater mit meinen Biophonen eingerichtet. Die Übereinstimmung zwischen Ton und Bild war einwandfrei, so lange *meine* Techniker vorführten«.[22]
- Die Spielfilme wurden immer länger, bis zu 30 Minuten. Dies übertraf um ein Vielfaches die Spieldauer des Grammophons, die etwa fünf Minuten pro Platte betrug. Es gab zwar Versuche, mehrere Plattenspieler mechanisch zu koppeln, die Resultate waren jedoch nicht zufriedenstellend.
- Die Qualität der Tonwiedergabe war unzureichend: Der Frequenzgang und der Dynamikumfang des Grammophons waren beschränkt und reichten nicht annähernd an die Differenziertheit der Klangfarbe oder Dynamik eines Orchesters heran. Zudem musste das Grammophon aufgrund der mechanischen Koppelung neben dem Projektionsgerät platziert werden. Damit befand sich die Schallquelle immer hinter den Zuschauern, was eine irritierende Wirkung hatte.
- Feste Theater verdrängten die Wanderkinos. Damit stieg die Zahl an Zuschauern pro Vorführung und es wurden Abspiellautstärken nötig, die weit über

21 Der Kriegsbeginn spielte hier, falls überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle, denn auch in den USA ging die Tonbildepoche 1914 ihrem Ende zu, vgl. ebd., S. 103 f.

22 Oskar Messter: *Mein Weg mit dem Film*, Berlin: Max Hess 1936, S. 65 (Hervorhebung im Original).

dem lagen, was ein Grammophon leisten konnte.[23] Es wurde versucht, mittels Pressluft eine Verstärkung zu erzeugen (Auxtephon, Fortophon-Starktonmaschine), was tatsächlich enorme Lautstärken hervorbrachte, aber auch sehr störanfällig war.[24]

Eine Äußerung Messters fasst die gesamte Problematik zusammen:

> Ein Grund für das allmählich nachlassende Interesse für Tonbilder lag in der mangelhaften Handhabung des Grammophons, das in den meisten Fällen von Nichttechnikern bedient wurde. Dabei mussten natürlich meine exakten Synchroneinrichtungen versagen. Dazu kam, dass die Lautstärke den Raum der damals immer größer werdenden Lichtspielhäuser bald nicht mehr ausfüllte. [...] Dann erschienen um 1910 lange künstlerische Spielfilme, und damit ging die erste Tonbildepoche zu Ende.[25]

2.2 Technikgestützte Synchronisation von Live-Musik zum Stummfilm

Nachdem die Synchronisierung der technischen Systeme zur Wiedergabe von Ton und Bewegtbild an die Grenzen ihrer damaligen Möglichkeiten gestoßen waren, blieb es ab 1914 aus praktischen Gründen vorerst bei live gespielter Musik zum Film. Seit den Anfangsjahren des Kinos war bei Filmvorführungen Musik mit dabei. Dies war notwendig, so die gängigen Begründungen in der Literatur, um entweder störende Nebengeräusche zu übertönen[26] oder dem Film ganz allgemein

23 Röhrenverstärker ab 1912, Plattenspieler mit elektrischen Tonabnehmern ab 1926.

24 Eine weitere, besonders aufwendige und teuere Lösung kam im Pariser Olympia am Boulevard des Capucines zur Anwendung: Der gesamte Kinosaal wurde mit Telefonhörern ausgerüstet, um das Problem der mangelnden Lautstärke zu umgehen, vgl. Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms*, S. 56.

25 Messter: *Mein Weg mit dem Film*, S. 66 f.

26 Oskar Messter erzählt 1916 rückblickend zum 20.Jahrestag der Erfindung des Kinos: »[...] der Apparat machte während seiner Tätigkeit einen derartigen Krach, dass man sich in ein Eisenwalzwerk versetzt glaubte«, zitiert nach: Michael Hanisch, *Auf den Spuren der Filmgeschichte*, Berlin: Henschel 1991, S. 68; Hans Jörg Pauli berichtet von Geräuschen, die die Projektoren bei der ersten Aufführung von Edisons Vitascope 1896 in New York machten. »In der einschlägigen Literatur [...] wird mit schöner Regelmäßigkeit kolportiert, der Filmprojektor sei damals mitten im ohnedies nur behelfsmäßig eingerichteten Zuschauerraum aufgebaut gewesen und habe mit seinem aufdringlichen Schleifen und Surren das Vergnügen an den bewegten Bildern erheblich beeinträchtigt; man habe also Musik gemacht, um das unangenehme Geräusch durch ein angenehmeres zu neutralisieren. [...] ebenso lästig machte sich die Unruhe im Publikum selber bemerkbar; vom Krach, der von der Straße eindrang, ganz zu schweigen«, Hansjörg Pauli: *Filmmusik: Stummfilm*, Stuttgart: Klett-Cotta 1981, S. 40 f.

seine Stummheit zu nehmen. Zunächst wurde jedoch vielerorts die Koordination von Film und Begleitmusik nur wenig beachtet oder gänzlich ignoriert. Automatische Instrumente, Pianisten oder Salonensembles spielten ihr Repertoire, ohne dabei auf den Filminhalt Bezug zu nehmen. Musik wurde um ihrer selbst willen als vom Film getrennte Attraktion verwendet,[27] war weniger ein Teil des Filmgeschehens als vielmehr der Film*vorführung*.[28]

Die Praxis der Stummfilmbegleitung machte jedoch ständig Fortschritte und es wurde versucht, immer engere Verbindungen zwischen Bild und Ton zu schaffen, nicht im Sinne einer rhythmischen Koordination, sondern vielmehr auf der Ebene der inhaltlichen Illustration. Ab den 1910er Jahren kamen sogenannte *cue sheets* in Gebrauch, Listen, die für einen Film konkrete Anweisungen gaben, welche Musikstücke zu welchen Szenen gespielt werden sollten. Es wurde auf bekannte und beliebte Musik zurückgegriffen: Opern- und Operettenfantasien des 19. Jahrhunderts, Tanz- und Volksmusik und zunehmend auch Schlager. Ebenso erschienen Anthologien von musikalischen Versatzstücken, katalogisiert nach standardisierten filmszenischen Topoi.[29] In der Tradition der Schauspielmusik wurden die Filmszenen mit kompilierter Musik atmosphärisch untermalt, eine präzise rhythmische Koordination von Musik und Bild wurde nicht angestrebt. Dies mag einerseits damit zusammenhängen, dass nur schon der Schritt von einer Musikauswahl, die völlig willkürlich und beziehungslos war, zu einer, die inhaltlich auf das Bild Bezug nahm, als bedeutende Weiterentwicklung verstanden wurde. Andererseits ließ sich eine genaue rhythmische Koordination bei dieser Form der Aufführungspraxis, also ohne technische Hilfsmittel zur Tempovermittlung, ohnehin kaum erreichen.

Es darf nicht angenommen werden, dass eine vollkommene Synchronität zwischen Musik und Bild für die Filmmusik grundsätzlich uninteressant gewesen wäre. Im Gegenteil, als sich gegen Ende der 1920er Jahre schließlich der Tonfilm etablierte, zeigte sich, dass davon eine große Attraktivität ausging. Für den Moment jedoch lag eine solche Synchronität außerhalb des technisch Möglichen. Dieser Sachverhalt wurde mit einigen Jahren Verzögerung auch von der Theorie reflektiert, die der Filmmusik als wichtigste Funktion nun die Vermittlung von Emotionen zuschrieb:

---

27 Claudia Bullerjahn: *Zwischen Patina und High-Tech. Zur Problematik der Rekonstruktion von Stummfilm-Originalkompositionen der 20er Jahre*, in: Ivana Rentsch/Arne Stollberg (Hg.): *Ton-Spuren aus der Alten Welt. Europäische Filmmusik bis 1945*, München: edition text + kritik 2013, S. 66–90, hier S. 67.

28 Siegfried Kracauer, zit. in Hermann Danuser: *Die Musik des 20. Jahrhunderts*, Laaber: Laaber 1992 (Neues Handbuch der Musikwissenschaft, Bd. 7), S. 272.

29 Zu den Entwicklungen der verschiedenen Methoden der Filmbegleitung vgl. Maria Fuchs: *Stummfilmmusik. Theorie und Praxis im »Allgemeinen Handbuch der Film-Musik« (1927)*, Marburg: Schüren 2016, S. 44–64.

> Hauptsache ist und bleibt natürlich das optische Erlebnis. Die Musik aber tritt als Bindeglied zwischen Bild und Zuschauer auf und erleichtert die Einfühlung. Erst durch die Musik kommt ihm das bewegte Bild gleichsam mühelos entgegen.[30]

> Sie ahnt, fühlt gewissermaßen schon in ihrem Charakter die späteren Vorgänge voraus. Sie vermag über das zufällige augenblickliche Bild, das bekanntlich nur Gegenwart darstellen kann […], eine Stimmung auszugießen, die dem Charakter dieses Bildes bereits nicht mehr ganz entspricht, sondern schon auf das nächste vorgreift […].[31]

Die Musik sollte also eine richtungsgebende Funktion haben, die harten Schnitte der Bildmontage entschärfen und Zusammenhänge zwischen den Sequenzen stiften. Die Unmöglichkeit einer genauen Synchronisierung zwischen Musik und Bild war in den Augen der Theorie kein Manko, sondern wurde zum stilistischen Attribut der Filmmusik erklärt.

Diese Argumentation konnte jedoch beim stummen Musikfilm, d. h. der Lichtspieloper oder Filmoperette, nicht angewendet werden. Hier erfüllte die Musik nicht bloß eine untermalende Funktion, sondern war selbst Inhalt des Filmes. Aufgrund der vielen diegetischen Darstellungen von Gesang oder Tanz war es zwingend nötig, dass Lippen- und Tanzbewegungen mit der Musik übereinstimmten. Da sich ja die Synchronisation eines Tonträgers zum Film als problematisch erwiesen hatte, versuchte man, eine andere Strategie zu verfolgen: Die zur Filmszene gehörende Musik wurde bei der Vorführung in Echtzeit gespielt und gesungen. Um die Musiker·innen und Sänger·innen zur Filmwiedergabe zu koordinieren, wurden verschiedene technische Verfahren entwickelt:

- Bei der Aufzeichnung wurde der Dirigent mitgefilmt und bei der Vorführung am Bildrand eingeblendet.
- Bei der Aufzeichnung wurden Lichtsignale, Leitbilder oder ein Notenband mitgefilmt und bei der Vorführung am Bildrand eingeblendet.
- Ein vorbereitetes Notenband lief bei der Aufzeichnung wie auch bei der Wiedergabe synchron in einem Anzeigegerät mit.

Diejenigen Verfahren, bei denen irgendeine Form von Taktgeber mitgefilmt wurde, hatten den Nachteil, dass sie die Abbildungsfläche für das eigentliche Filmbild verkleinerten und dass der Taktgeber teils auch für das Publikum sichtbar

30 Rudolf Harms: *Philosophie des Films. Seine Ästhetischen und Metaphysischen Grundlagen*, Leipzig: Meiner 1926 (Unveränderter fotomechanischer Nachdruck der Originalausgabe, Zürich: Hans Rohr 1970), S. 68.

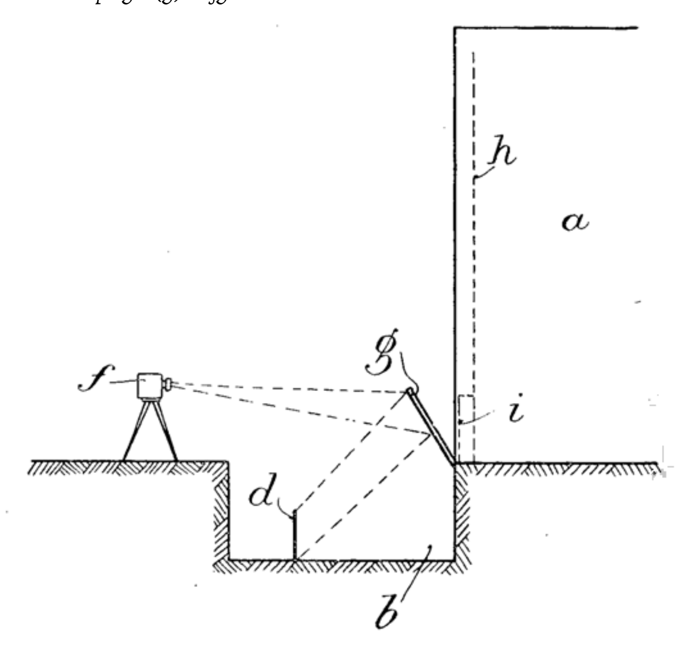
31 Ebd.

war, was bisweilen als störend empfunden wurde. Zudem waren diese Verfahren, gerade weil ständig auch der Taktgeber mit aufs Bild musste, ungeeignet für Nahaufnahmen oder Kamerabewegungen und zu schwerfällig für schnellere Schnitte, an die sich das Publikum in den neueren Spielfilmen zu gewöhnen begann. Ihr Vorteil hingegen bestand darin, dass Filmbild und Taktgeber auf demselben Medium aufgezeichnet waren, was nicht nur bedeutete, dass sich Kopien in einem einzigen Arbeitsschritt anfertigen ließen, sondern auch, dass bei Schwankungen der Abspielgeschwindigkeit sowie bei nach einem Filmriss geflickten Stellen die Synchronisation intakt blieb. Es sind dies genau dieselben Vorteile, die auch für den sich einige Jahre später durchsetzenden Lichtton *(sound on film)* gelten.

Jacob Beck

Der Theaterdirektor Jacob Beck entwickelte das Beck-Verfahren, bei dem der Kapellmeister des die Filmaufzeichnung begleitenden Orchesters über einen Spiegel am unteren Bildrand mitgefilmt wurde (Abb. 2.1). Bei der Aufführung agierten die Sänger·innen sowie ihre Begleitung (Klavier oder Orchester) live zur Abbildung

Abbildung 2.1: Konstruktionsschema von Jacob Beck: Der Dirigent (d) dirigiert die Musik zur Bühnenszene (a) und wird von der Kamera (f) über den Spiegel (g) aufgenommen.



Quelle: Patent Nr. 58704, Schweizerische Eidgenossenschaft.

des Dirigenten. Vielsagend ist der Titel der Patentschrift, der darauf hinweist, dass dieses Verfahren dazu diene, die Gleichzeitigkeit zwischen einer kinematographischen Darstellung und einer musikalischen »Begleitung durch Personen« zu erreichen; die Abgrenzung gegenüber einem mechanischen Musikwerk oder einem Phonographen kommt darin explizit zum Ausdruck.[32]

Die Deutsche Lichtspielopern-Gesellschaft (Delog) verwendete diese Technik ab 1914 für Filmproduktionen verschiedener Opern, ab 1918 für Unterhaltungsfilme mit eigens komponierter Musik. Die Delog war eine reisende Theatertruppe und gab Gastspiele mit Live-Musik zu Opern und Operettenfilmen.[33] Die Erkenntnisse aus der Verwendung in der Praxis flossen in die Entwicklung zurück und Beck patentierte noch zwei Verbesserungen seines Verfahrens. Damit die Abbildung des Dirigenten keine zu große Fläche einnahm, musste man ihn entweder so filmen, dass nur ein Teil des Oberkörpers sichtbar war, oder versuchen, ihn möglichst weit entfernt aufzustellen, was die räumlichen Verhältnisse oft nicht zuließen und was bei der Aufnahme nicht optimal für den Kontakt zu den Darsteller·innen war. Beck fand die Lösung in der Verwendung eines Verkleinerungsspiegels (eines konvexen Kugelspiegels) bei der filmischen Aufzeichnung des Dirigenten.[34] Bei einer zweiten Verbesserung wurde das Problem angegangen, dass der eingeblendete Dirigent oder auch andere Leitbilder nicht nur für die Ausführenden sichtbar waren, sondern auch in störender Weise für das Publikum. Deshalb wurde bei der Vorführung mit einem Prisma das Taktgeberbild abgelenkt, damit es seitlich außerhalb des Bildes erschien. Die dunkle ›Lücke‹, die dadurch auf der Leinwand zurückblieb, wurde durch eine Verkleidung kaschiert.[35]

Ein Nachteil des Beck-Verfahrens lag darin, dass die Gesten des Dirigenten für das Orchester, dass sich im Orchestergraben nun zur Leinwand hin ausrichten musste, spiegelverkehrt waren. Die Instrumentengruppen mussten sich also umsetzen, um die Einsätze richtig deuten zu können. Dies war nicht der Fall, wenn das Orchester hinter einer halbtransparenten Leinwand spielte, allerdings führte das wiederum zu einem weniger lichtstarken Bild.

32 Patent Nr. 58704, Schweizerische Eidgenossenschaft, 26. Februar 1912, *Verfahren zur Erzielung der Gleichzeitigkeit zwischen einer kinematographischen Darstellung und hierauf sich beziehender instrumentaler oder vokaler Begleitung durch Personen*.

33 Tobias Plebuch: Zeitarbeit: *Das Zusammenspiel von Menschen, Maschinen und Musik in der Entwicklung von Tonfilmtechniken*, in: Marion Saxer (Hg.): *Spiel (mit) der Maschine: Musikalische Medienpraxis in der Frühzeit von Phonografie, Selbstspielklavier, Film und Radio*, Bielefeld: transcript 2016, S. 177–210, hier S. 193 f.

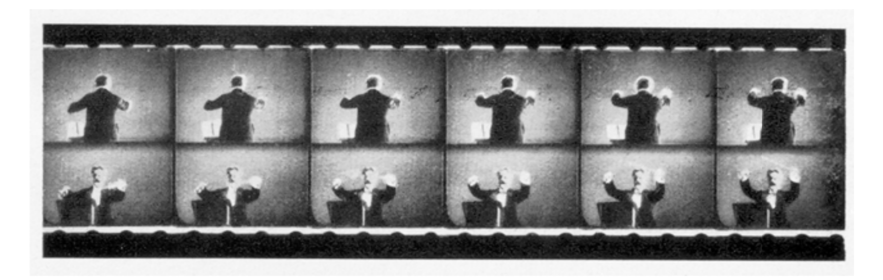
34 Patent Nr. 359014, Deutsches Reich, 20. September 1917, *Kinematographische Aufnahmevorrichtung*.

35 Patent Nr. 359015, Deutsches Reich, 4. August 1918, *Kinematographische Projektionsvorrichtung*.

Oskar Messter

Oskar Messter gilt als einer der wichtigsten Personen in der Frühzeit des deutschen Films. Neben seiner Tätigkeit als Regisseur und Filmproduzent war er auch ein überaus produktiver Erfinder von Projektionsgeräten, Kameras und weiteren Apparaten für das Medium Film. Wie Beck patentierte auch Messter ein Verfahren, um die Bewegungen eines Dirigenten filmisch festzuhalten, doch sein Anspruch war ein völlig anderer. Ihm ging es nicht um die Koordination von Musikern zu einem ablaufenden Film, sondern darum, die Interpretationen großer Dirigenten für die Nachwelt zu verewigen. Technik sei ein Mittel, die Leistungen von Künstlern einem großen Kreis zugänglich zu machen, befand Messter, und in diesem Sinne solle der Dirigentenfilm für den Dirigenten das sein, was die Schallplatte oder der Rundfunk für den Musiker sei.[36] Die Idee war, dass mit einem Dirigentenfilm jedes Orchester von einer Leinwand aus dirigiert werden könnte. Der Dirigent wurde mit zwei synchron laufenden Kameras, die je nur eine Hälfte eines Filmstreifens belichteten, gleichzeitig von vorne (für die Musiker·innen) und von hinten (für das Publikum) gefilmt. Die beiden zur Hälfte belichteten Filmstreifen wurden anschließend zusammenkopiert (Abb. 2.2). Mit dieser Abbildung des Dirigenten von zwei Seiten sollte dieselbe Wirkung hervorgebracht werden, »die der lebende Dirigent im Konzertsaal erzielt«.[37] In einer Weiterentwicklung dieses Verfahrens wurde mit einer einzigen Kamera und mehreren entsprechend ausgerichteten Spiegeln gefilmt. Damit entfielen die Gleichlaufprobleme der zwei Kameras.[38]

Abbildung 2.2: Ausschnitt aus einem Dirigentenfilm von Oskar Messter. Das obere Bild sieht das Publikum, das untere die Musiker. Abgebildet ist der Dirigent Arthur Nikisch.



Quelle: Messter, *Mein Weg mit dem Film*, Abb. neben S. 80.

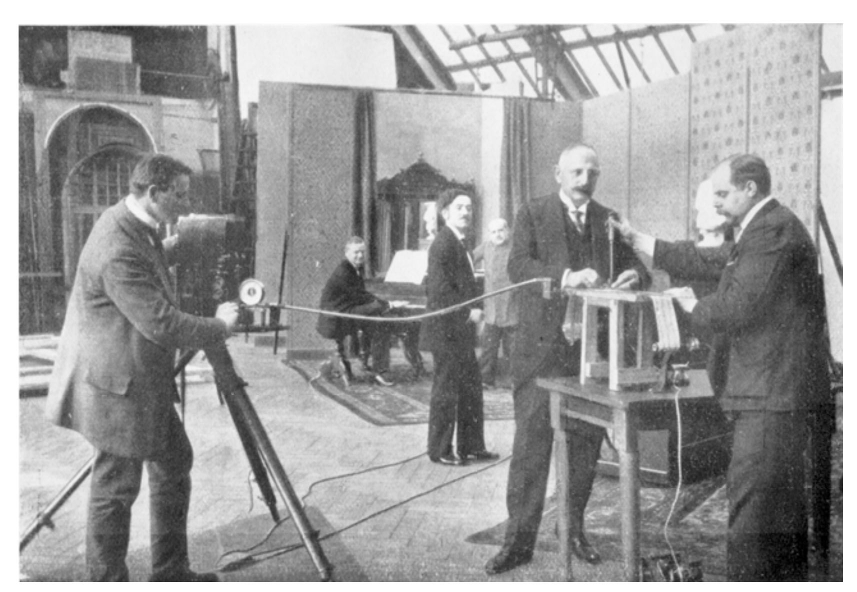
36 Zum Dirigentenfilm vgl. Messter: *Mein Weg mit dem Film*, S. 78–81.

37 Patent Nr. 293573, Deutsches Reich, 4. November 1913, *Verfahren zum Dirigieren einer Musikkapelle unter Benutzung eines die Person des Dirigenten vorführenden Kinematographen*.

38 Patent Nr. 324057, Deutsches Reich, 12. Juni 1919, *Verfahren zur Aufnahme des Dirigenten für die kinematographische Dirigierung einer Musikkapelle*.

Die Synchronisation von Film und Begleitmusik versuchte Messter auf völlig anderem Wege zu lösen. Um 1910 begann er mit einem Verfahren zu experimentieren, bei dem ein Notenband synchron mit dem Film ablief. Die Motivation für diese Entwicklung lag jedoch nicht im Bedürfnis, eine lippensynchrone filmische Darbietung von Gesang zu ermöglichen, sondern im Bestreben, ganz allgemein die Orchesterbegleitung bei der Filmvorführung besser mit dem Film zu koordinieren. Messter wollte die übliche Praxis umkehren: Es sollte nicht die Musik sein, die sich nach dem Bild richten muss, sondern es sollte sich »das Bild der lebenden Musik anpassen«.[39] Bei diesem Verfahren wurde zunächst ein Notenband hergestellt, wobei darauf geachtet werden musste, dass die Abstände zwischen den Noten proportional den rhythmischen Dauern entsprachen. Bei der Aufnahme des Bildes lief dieses Notenband im gleichen Tempo wie die Kamera, der Kapellmeister dirigierte danach die Musiker·innen und die Darsteller·innen passten sich in ihren Bewegungen der Musik an. Eine solche Aufnahmeanordnung ist in Abb. 2.3 zu sehen. Für die Vorführung im Kino wurde am Pult des Dirigenten und gege-

Abbildung 2.3: Vorbereitung für eine Synchronaufnahme. Das Notenband ist mechanisch mit der Kamera gekoppelt.



Quelle: Messter, *Mein Weg mit dem Film*, Abb. neben S. 63.

39 Messter: *Mein Weg mit dem Film*, S. 62.

benenfalls auch noch an anderen Pulten wiederum eine Vorrichtung angebracht, die das Notenband synchron mit dem Bild ablaufen ließ. In der Patentschrift[40] benennt Messter die Vorteile dieses Verfahrens: Der Kapellmeister könne frei agieren, ohne ständig das Bild im Blick haben zu müssen, um sich nach ihm zu richten. Mit der Aussage, dass man so alle Plätze, von denen aus die Projektionsleinwand zu sehen ist, verkaufen könne, wird sogar noch ein ökonomisches Argument vorgebracht. Um dem Kapellmeister bei der Vorführung eine gewisse Flexibilität der musikalischen Gestaltung zu gestatten, wurde ihm auch die Möglichkeit gegeben, die Ablaufgeschwindigkeit des Notenbandes und damit auch das Vorführtempo des Films zu verändern.[41]

In seinem Bestreben, dem Dirigenten größte Freiheit zu ermöglichen, ging Messter noch einen Schritt weiter. Er fand, dass es einen Dirigenten künstlerisch einschränke und ihn zum bloßen Taktgeber degradiere, wenn er sich ständig nach dem mechanischen Ablaufen eines Notenbandes richten müsse. Selbst wenn alles ordnungsgemäß funktioniere, sei es »eine Drangsalierung der Kapelle, wenn diese sich dauernd einem maschinellen Organ anzupassen hat«.[42] Man kann sich vorstellen, dass es eine noch größere »Drangsalierung« bedeutete, wenn der den Kinematographen antreibende Elektromotor nicht in gleichbleibender Geschwindigkeit lief und der Dirigent sich auch noch an solche unvorhergesehenen Unregelmäßigkeiten halten musste. Ursachen dafür gab es viele, z. B. Stromschwankungen oder Unebenheiten durch Klebestellen im Film, und vermutlich traten sie nicht gerade selten auf. Also ließ Messter eine weitere technische Vorrichtung patentieren, mit der nun die Abspielgeschwindigkeit des Films an das Tempo der Musik angepasst werden konnte, indem ein Musiker, dem Taktschlag eines ›frei‹ agierenden Dirigenten folgend, eine Steuervorrichtung bediente, die mit dem Motor des Kinematographen gekoppelt war. Für diese Vorrichtung schlug Messter in der Patentschrift drei Varianten vor: (a) eine Kurbel, die derart gedreht wird, dass sie an bestimmten im Notentext markierten Stellen jeweils in ihrer tiefsten Stellung ist, (b) eine Klaviatur mit acht Tasten, die im Takt der Reihe nach niedergedrückt werden, als ob eine C-Dur-Tonleiter gespielt würde, was einem Musiker möglicherweise geläufiger ist als rhythmisches Kurbeldrehen, oder (c) mit einem synchron ablaufenden Notenband, dessen Geschwindigkeit mit einer Kurbel oder einem regelbaren Motor so gesteuert wird, dass immer die Note unter dem Zeiger ist, die gerade erklingt (Abb. 2.4).

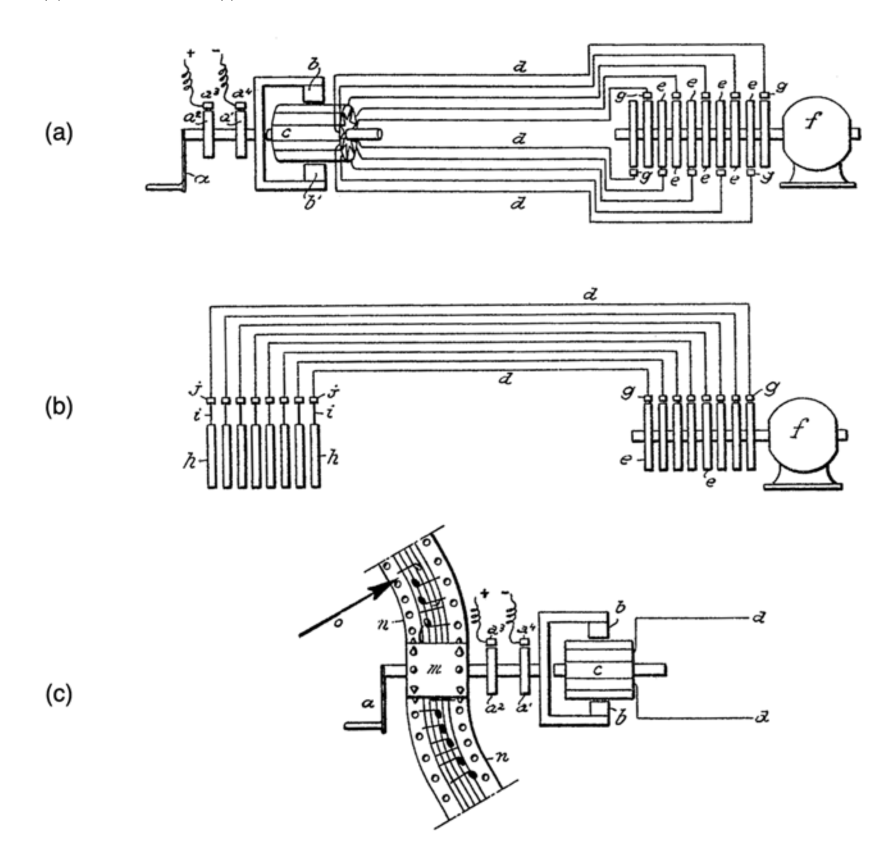
---

40 Patent Nr. 293634, Deutsches Reich, 13. August 1913, *Verfahren zum Vorführen von lebenden photographischen Bildern mit begleitender Musik bzw. Gesang unter Benutzung von gleichzeitig mit den Bildern erscheinenden taktgebenden Zeichen, Noten o. dgl.*

41 Messter: *Mein Weg mit dem Film*, S. 62.

42 Patent Nr. 388509, Deutsches Reich, 14. Januar 1922, *Verfahren zum Vorführen von Kinobildern und Begleitmusik.*

Abbildung 2.4: Die drei Anwendungsformen des Messtronoms: (a) mit einer Kurbel, (b) mit Tasten und (c) in Kombination mit einem Notenband.



Quelle: Patent Nr. 388509, Deutsches Reich.

Zur Anwendung kam offensichtlich nur die dritte Variante.[43] Die Ablaufgeschwindigkeit des Notenbands und damit des Films selbst wurde von einem im Orchester sitzenden Musiker geregelt, damit sie dem vom Dirigenten vorgegebenen Tempo entsprach. Dieser Musiker ›spielte‹ also anstelle eines Musikinstruments diese Messtronom genannte Synchronisationsvorrichtung.

Messters Erfindung ist insofern interessant, als sie etwas außer Kraft zu setzen versucht, was normalerweise eine Grundbedingung der Koordination von Musikern mit der Wiedergabe eines Datenträgers ist: Es liegt immer in der Verantwortung des Menschen sich anzupassen, entweder indem er direkt auf

43 Nur diese Variante wird in Messters Memoiren beschrieben, vgl. Messter: *Mein Weg mit dem Film*, S. 62.

die (Bild-)Wiedergabe reagiert oder indem er sich auf das technisch vermittelte Tempo einstellt. Beim Messtronom war es umgekehrt, die Wiedergabegeschwindigkeit des Films wurde an die Musik angeglichen. Die damit herbeigeführten Gleichlaufschwankungen des Films wurden als das kleinere Übel in Kauf genommen. Dieses Verfahren kann, abgesehen davon, dass es menschengesteuert und nicht automatisch ist, als ein Vorläufer des *score following* angesehen werden.

Eine gewisse Paradoxie liegt darin, dass Messter die Lösung für sein Bestreben, die Stummfilmbegleitung ›musikalischer‹ machen und den Dirigenten von den Zwängen des technischen Tempodiktates zu befreien, selbst in immer raffinierteren technischen Systemen suchte. Dies mag zu einem gewissen Teil damit begründet werden, dass er Erfinder (Optiker/Feinmechaniker) war und nicht Musiker, gleichzeitig aber für die Kunst des Dirigierens eine ehrfürchtige Bewunderung zeigte, wie man an seiner Erfindung des Dirigentenfilms sehen kann.

Julius Lachmann

Einen ganz anderen Weg beschritt Julius Lachmann. Das von ihm erfundene Lloyd-Lachmann-Verfahren verwendete mitgefilmte Lichtzeichen, um das Tempo anzuzeigen.[44] Lachmann übernahm im November 1918 die Leitung der Lloyd-Film GmbH, deren Produktionsstrategie er nun auf Filmoperetten ausrichten wollte. Wenige Wochen später hatte er bereits ein Patent angemeldet[45] und begann mit der Produktion der Filmoperette *Das Caviar-Mäuschen*.

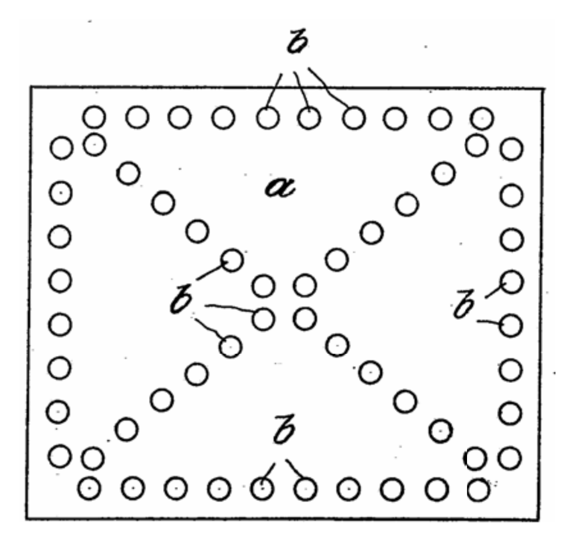
Die Patentschrift beschreibt einen Apparat, der aus einer Anordnung von Glühlampen besteht, die durch einfaches oder gruppenweises Aufleuchten Taktart und Tempo angeben. Die Anordnung der Lampen ist ein Quadrat mit seinen Diagonalen, wodurch vielfältige Kombinationszeichen erzeugt werden können (Abb. 2.5). Der Apparat solle mitgefilmt werden und an einer »unauffälligen Stelle« des vorgeführten Bildes erscheinen. Diese Art von Synchronisationssignal habe den Vorteil, dass der Betrachter weniger gestört werde, weil die Lichtzeichen in geringerem Maße Aufmerksamkeit auf sich zögen als die körperliche Präsenz eines gefilmten Kapellmeisters, argumentiert Lachmann und kritisiert damit zuvor entwickelten Verfahren, bei denen ein Dirigent mitgefilmt wird, wie z. B. beim Beck-Verfahren.

---

44 Zum Lloyd-Lachmann-Verfahren vgl. Michael Wedel: *Der deutsche Musikfilm. Archäologie eines Genres* 1914–1945, München: edition text + kritik 2007, S. 119–123.

45 Patent Nr. 335140, Deutsches Reich, 8. November 1918, *Verfahren zur Erzielung der Gleichzeitigkeit von Kinematographien und Begleitmusik*.

Abbildung 2.5: Lichtsignale nach Lachmann. Auf einer Tafel (a) sind Glühlampen (b) angebracht, die einzeln oder gruppenweise aufleuchten können, was die Anzeige verschiedener Zeichen zulässt.



Quelle: Patent Nr. 335140, Deutsches Reich.

Zu diesem plausibel klingenden Vorteil könnte noch hinzugefügt werden, dass dieses Verfahren es zuließ, die Übergänge zu den Gesangsnummern nahtlos zu gestalten, ohne dass ein Wechsel der Kameraansicht und das Erscheinen eines Dirigenten schon vorwegnimmt, dass nun eine Musiknummer folgt. Hingegen scheint das punktuelle Blinken von Glühlampen von einer gängigen musikalischen Praxis viel weiter entfernt als die Kontinuität einer Dirigierbewegung oder eines mitlaufenden Notenbandes. In diesem Diskretisieren der Zeit sind solche Lichtzeichen vergleichbar mit einem Click-Track.

Das Caviar-Mäuschen war völlig auf die Funktionsweise dieses Synchronisationsverfahrens ausgerichtet: Nahezu die gesamte Handlung findet im Innern eines Schönheitssalons statt und die Sets wurden mit verschiedenen rautenförmigen Ornamenten so dekoriert, dass sich das Lichtsystem gut an verschiedenen Stellen in der Kulisse einbauen ließ. Im Gegensatz zum Beck-Verfahren waren damit Kameraansichten aus unterschiedlichen Perspektiven möglich. Offensichtlich war dieses Verfahren zu spezifisch mit der Produktion der Filmoperette *Das Caviar-Mäuschen* verbunden, dem einzigen Film, der mit dem Lloyd-Lachmann-Verfahren produziert wurde.

Für ein weiteres Verfahren, das Lichtzeichen verwendet, wurde Lachmann ebenfalls ein Patent erteilt.[46] Bei diesem Verfahren geht es um die Synchronisation von Apparaten und nicht von Musikern, und damit passt es nicht in die hier vorgenommene Aufzählung. Trotzdem ist es interessant, weil hier die Idee eines Timecodes vorweggenommen wird. Bei der Aufnahme soll der Takt, den der Kapellmeister vorgibt, einerseits in Lichtzeichen umgesetzt werden und andererseits den Pianisten anleiten, der die Noten für den Klavierspielapparat (Phonola, Pianola etc.) herstellt. Bei der Wiedergabe sollen die Lichtzeichen – in welcher Form sie auf dem Film erscheinen, wird in der Patentschrift nicht näher beschrieben – durch eine Selenzelle abgefangen und als Synchronisationssignale elektrisch an den Klavierspielapparat geleitet werden. Dieses Verfahren kam vermutlich nie zur Anwendung.

Notofilm

Für die Produktion einiger Stummfilmoperetten der 1919 gegründeten Firma Notofilm entwickelten Otto Springefeld und Ludwig Czerny das Notofilm-Verfahren.[47] Auch hier wurde ein Notenband mit dem Film synchronisiert, aber anders als bei dem Verfahren von Messter lief das Notenband nicht durch einen eigenen Apparat, sondern wurde im Vordergrund der Szene mitgefilmt. Die Geschwindigkeit, mit der sich das Notenband bewegte, richtete sich nach dem Tempo der Musik und wurde von einem Operateur während der Aufnahme gesteuert. Auf dem Film erschien das Notenband ganz unten im Bild, bei der Vorführung sollte es nur für den Kapellmeister sichtbar sein und wurde von den Blicken des Publikums abgeschirmt (Abb. 2.6).

In einer späteren Patentschrift von Otto Springefeld und Wilhelm Steinberg wird Kritik geübt an den bekannten Verfahren, bei denen ein Kapellmeister oder ein Notenband mitgefilmt wird:

> Alle diese Verfahren sind technisch umständlich und nur durchführbar, wenn man die hohen Kosten, die eine derartige Aufnahme erfordert, nicht scheut. Für die gewöhnlichen Filmaufnahmen, für welche ja ein genauer Synchronismus zwischen musikalischem und szenischem Vorgang nicht erforderlich ist, für die es aber vom künstlerischen Standpunkt aus wichtig ist, dass die Musik inhaltlich mit der Szene übereinstimmt, lohnen sich derartige Verfahren nicht.[48]

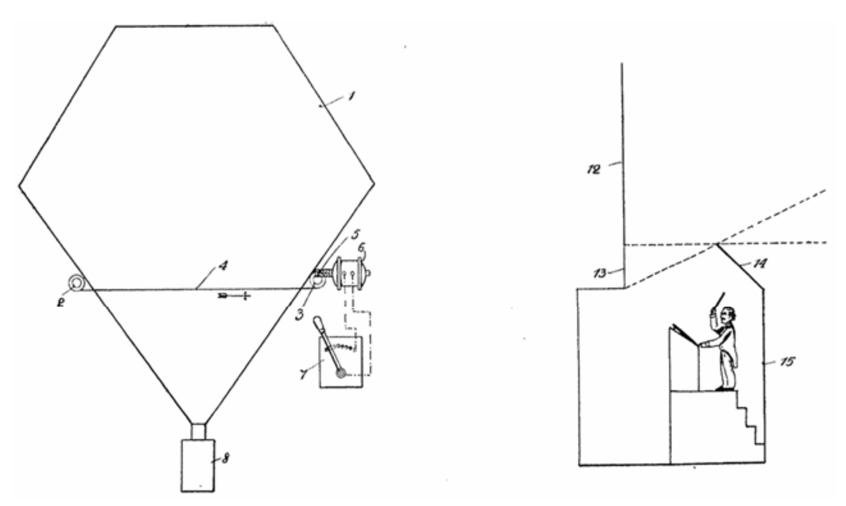
---

46 Patent Nr. 331095, Deutsches Reich, 7. November 1919, *Verfahren und Vorrichtung zum Erzielen der Gleichzeitigkeit zwischen einem kinematographischen Bilde und Tonleistungen.*

47 Patent Nr. 92418, Schweizerische Eidgenossenschaft, 2. Januar 1922, *Verfahren und Einrichtung zur Aufnahme lebender Bilder mit Musikbegleitung und nach dem Verfahren und mit der Einrichtung hergestellter kinematographischer Film.*

48 Patent Nr. 375921, Deutsches Reich, 22. Oktober 1921, *Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe lebender Bilder mit Musikbegleitung.*

Abbildung 2.6: Notofilm-Verfahren. Die Kamera (8) filmt ein Notenband (4), das vor der Szene abgespult wird, am unteren Bildrand mit. Die Geschwindigkeit des Notenbandes wird von Hand gesteuert (7). Bei der Vorführung ist der Bildteil mit dem Notentext (13) nur für den Kapellmeister sichtbar und für das Publikum hinter einer Abdeckung (14) versteckt.



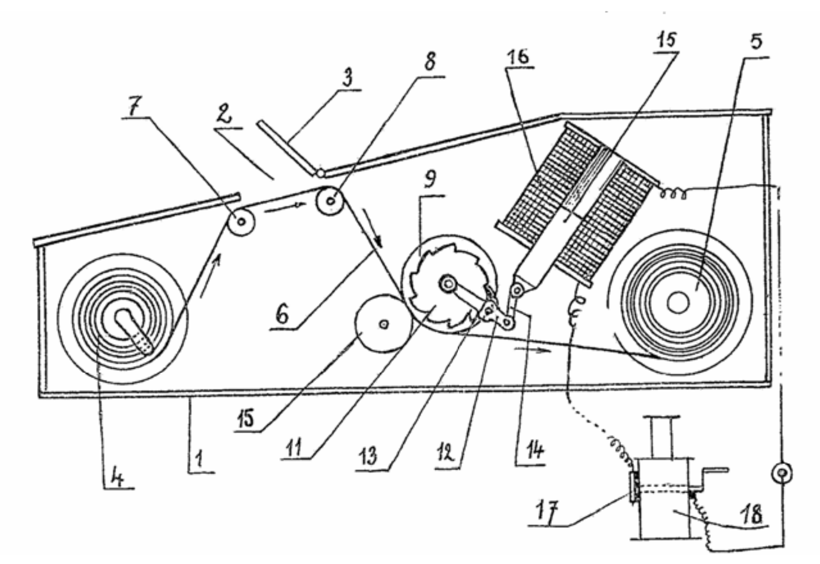
Quelle: Patent Nr. 92418, Schweizerische Eidgenossenschaft.

Dies ruft in Erinnerung, dass nur für den stummen Musikfilm eine präzise Synchronisation nötig war. Kam es lediglich darauf an, dass die Musik inhaltlich *pro Szene* mit dem Bild korrespondierte, konnte gut auf ein einfacheres Verfahren zurückgegriffen werden. Springefeld und Steinberg schlugen vor, dass an geeigneten Stellen sogenannte ›Leitbilder‹ am Bildrand, d. h. außerhalb des eigentlichen Filmbilds, zweckmäßigerweise an der rechten oder linken unteren Ecke, dort, wo sie der Kapellmeister gut sehen konnte, einkopiert oder mitgefilmt wurden. Diese Leitbilder gaben den Inhalt der Szene in der Form eines kleinen, charakteristischen Standbilds wieder und standen an den entsprechenden Stellen auch in der Partitur, damit der Kapellmeister sich an ihnen orientieren konnte. Bemerkte der Kapellmeister, dass das mit dem Film erscheinende Leitbild und dasjenige in seiner Partitur nicht kongruent waren, konnte er entweder seine musikalische Begleitung beschleunigen oder verlangsamen oder mittels eines Rheostaten (verstellbarer elektrischer Widerstand) die Geschwindigkeit des Films steuern. Mit dem Vorschlag, das sich nähernde Ende einer Szene dadurch anzuzeigen, dass sich über das mitgefilmte Leitbild allmählich ein Vorhang senken könne, nahmen Springefeld und Steinberg die Funktionsweise eines Streamers vorweg.

Charles Delacommune

Der französische Erfinder und Filmproduzent Charles Delacommune entwickelte ein System, das Synchro-Ciné oder auch Ciné-pupitre genannt wurde.[49] Auch dieses System hatte den Zweck, Tonzuspielungen zu einer Filmwiedergabe zu synchronisieren. Bei diesen Tonzuspielungen konnte es sich um von einem Dirigenten dirigierte oder von einem Solisten gespielte Musik handeln, um einen von einem Erzähler gesprochenen Text oder um Geräusche. Das Ciné-pupitre war ein Lesepult mit einer Öffnung, die den Blick auf ein beschriftetes Band freigab, das synchron zum Film in regelmäßiger oder ruckartiger Bewegung abrollte (Abb. 2.7). Dazu wurde mit dem Filmprojektor ein Apparat verbunden, der in regelmäßigen Abständen (in der Patentschrift: alle 90 Bilder) Strom aussandte und damit einen Magneten aktivierte, um das beschriftete Band vorwärts zu bewegen.

Abbildung 2.7: Charles Delacommunes Ciné-pupitre. Durch eine Öffnung (2) ist das Notenband (6) sichtbar. Der vom Projektor in regelmäßigen Abständen ausgesandte Strom aktiviert einen Elektromagneten (16), der den Antriebsmechanismus vorwärts bewegt.



Quelle: Patent Nr. 542181, Französische Republik.

49 Patent Nr. 542181, Französische Republik, 7. August 1922, *Procédé et dispositif permettant la synchronisation d'une projection cinématographique et de la parole.*

Delacommune entwickelte seine Erfindung zu einem größeren Synchronisationssystem weiter.[50] Bei diesem System aktivierte der von einem Elektromotor angetriebene Projektor einen Verteiler *(distributeur)*, der gemäß den Informationen auf einem Lochstreifen bis zu neun[51] angeschlossene Apparate steuern konnte: Geräuschmaschinen, mechanische Musikinstrumente oder Apparate, die einem Dirigenten, Musiker oder Sprecher Zeichen gaben, damit sie ihren Part zur rechten Zeit ausführen konnten. Das Ciné-pupitre blieb also ein Bestandteil des Systems, war aber nur einer unter vielen möglichen Apparaten, die gesteuert werden konnten.

Carl Robert Blum

Der deutsche Komponist und Musiktheoretiker Carl Robert Blum ließ 1920 eine Vorrichtung patentieren, die die Spielhilfen der Vorführung bei Filmoperetten mithilfe einer Spiegelkonstruktion für die Zuschauer unsichtbar machte.[52] In der Patentschrift kritisiert Blum das Beck-Verfahren (mitgefilmter Dirigent) und das Notofilm-Verfahren (wandernder Notenstreifen), bei denen die tempoanzeigende Spielhilfe selbst im Bild erscheint. Da diese vom Zuschauerraum aus sichtbar ist, beeinflusse sie störend die Handlung des Films.

Konsequent dem Blick des Publikums entzogen ist die Tempoanzeige, wenn sie vom Film getrennt in einem eigenen Apparat am Pult des Kapellmeisters erfolgt, so wie bei Messters Notenband oder Delacommunes Ciné-pupitre. Auch Blum verfolgte diese Strategie. In einer Patentschrift beschreibt er eine Vorrichtung, die an den Filmprojektor angebracht werden kann und die seitlich am Film ausgestanzten Taktmarken mechanisch abtastet. Diese Abtastung sollte in elektrische Signale umsetzt werden, um die verschiedenfarbigen Glühlampen und einen beweglichen Zeiger eines »Taktgebers« zu steuern.[53] 1920 ließ Blum ein Verfahren patentieren, mittels dessen das Tempo (als Markierungen der Taktschläge) gleichzeitig zum Film aufgezeichnet werden konnte.[54] Bei diesem Verfahren wurde ein schmaler Streifen aus beschreibbarem Stoff, der gleich wie der Filmstreifen perforiert war, bei der Aufnahme zusammen mit dem Filmstreifen durch das Bildfenster geführt. Auf diesem Streifen wurden Taktzeichen aufgetragen, zwei

50 Patent Nr. 547028, Französische Republik, 29. November 1922, *Dispositif de synchronisation d'appareils divers avec une projection cinématographique*.

51 Auf dem Lochstreifen, so wie er in einer Skizze der Patentschrift Nr. 547028 abgebildet wird, kann man neun Zeilen zählen.

52 Patent Nr. 391974, Deutsches Reich, 7. September 1920, *Vorrichtung, die Spielhilfen bei Vorführungen von Filmoperetten dem Auge des Zuschauers zu entziehen*.

53 Patent Nr. 418612, Deutsches Reich, 21. Dezember 1919, *Vorführungseinrichtung für Kinobilder mit synchron zu erzeugender Begleitmusik*.

54 Patent Nr. 417959, Deutsches Reich, 7. November 1920, *Verfahren und Vorrichtung zum Synchronisieren von Ton- und Bildvorführungen*.

verschiedene für die Haupt- und Nebentaktzeiten. Dazu betätigte der die Aufnahme leitende Kapellmeister zwei Taster und steuerte so die Schreibvorrichtung, die aus zwei an Elektromagneten befestigten Schreibstiften bestand.

Diese Beschäftigung mit Methoden der Synchronisation von Stummfilm und Musikbegleitung führte schließlich zu Blums prominentesten Erfindungen: dem Musik-Chronometer, einem Apparat bei dem synchron zum Filmlauf ein Notenband in einem Sichtfenster vorbeiläuft, und der Rhythmographie, einem Verfahren, um diese Notenbänder herzustellen. Der Ausgangspunkt für diese Erfindungen war für Blum eine musiktheoretische Kritik, die er bereits 1912 erstmals formuliert hatte.[55] Bei der herkömmlichen Musiknotation werden Rhythmen durch Symbole dargestellt, die zeitliche Verhältnisse angeben, aber sie werden nicht so wie die Tonhöhen auch räumlich proportional abgebildet. Die Darstellung der Rhythmik sei damit, bezogen auf ihre Räumlichkeit, viel willkürlicher als die Darstellung der Melodik oder Harmonik.[56] Um die rhythmischen Verhältnisse in tatsächliche Dauern umzusetzen, wird die Angabe eines Tempos benötigt. Das Metronom ist der Apparat, mit dem das Tempo angegeben werden kann, doch ist dieses Tempo mechanisch und starr, was einer lebendigen, musikalischen Agogik kaum gerecht werden kann. Blum argumentiert, dass eine Notation, die die Noten gemäß ihrer Zeitwerte räumlich darstellt, »unbedingt das Lesen erleichtern würde«.[57] Damit eine derart gestaltete Notation auch wirklich nützlich werden kann, genügt es nicht, sie bloß auf Papier zu drucken, es bedarf auch eines technischen Mittels zu ihrer Reproduktion. Genau dafür entwickelte Blum sein Musik-Chronometer.

Am 14. Dezember 1926 stellte Blum sein Musik-Chronometer in der Berliner Urania einem Fachpublikum vor. Anlässlich dieser Präsentation ließ er auch eine Broschüre drucken, die das Musik-Chronometer beschreibt und seine Verwendung erläutert.[58] Blum hatte in kurzer Zeit eine Reihe von Prototypen hergestellt, an jenem Anlass präsentierte er den neunten Prototypen, dessen Sichtfenster so groß war, dass eine ganze Partiturseite abgebildet werden konnte (Abb. 2.8). Vorgeführt wurde ein nicht näher bezeichneter »Tanzfilm« mit der eigenhändigen Klavierbegleitung Blums.[59] Die Fachwelt reagierte mit Skepsis, was durchaus berichtigt war, handelte es sich bei dieser Synchroneinrichtung doch konzeptuell um nichts Neues.

55 Carl Robert Blum: *Das moderne Tonsystem in seiner erweiterten und vervollkommneten Gestaltung*, Berlin: Ries & Erler 1912.

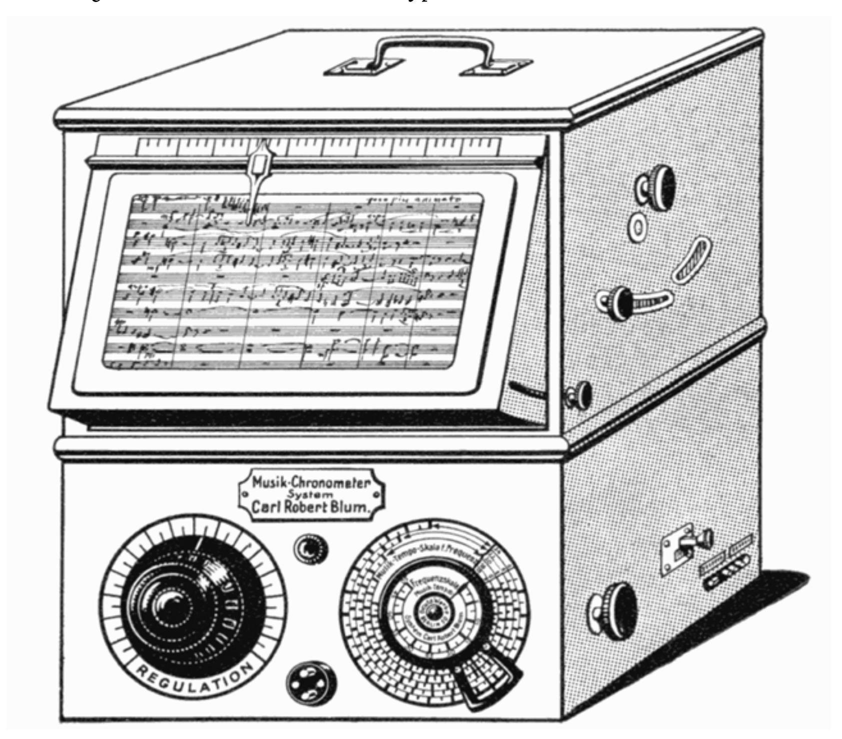
56 Carl Robert Blum: *Das Musik Chronometer und seine Bedeutung für Film-, Theater- und allgemeine Musikkultur*, Leipzig: Leuckhart 1926, S. 5.

57 Ebd., S. 7.

58 Ebd.

59 Wedel: *Der deutsche Musikfilm. Archäologie eines Genres* 1914–1945, S. 199.

Abbildung 2.8: Das Musik-Chronometer (Type IX).



Quelle: Carl Robert Blum, *Das Musik Chronometer und seine Bedeutung für Film-, Theater- und allgemeine Musikkultur,* 1926.

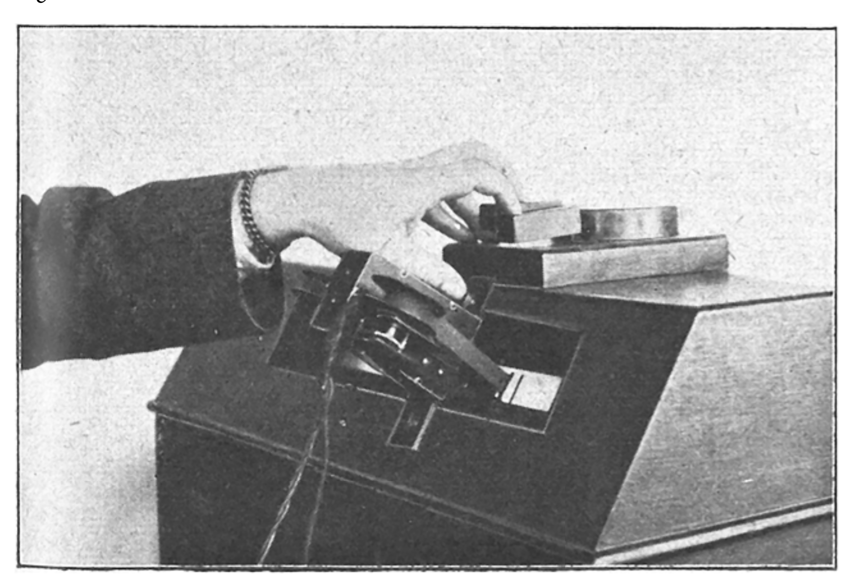
Blum stellte seine Erfindung von Anfang an als universell und in vielen Gebieten anwendbar dar.[60] Ein musikpädagogischer Nutzen liege darin, dass Student·innen (viel besser als mit dem mechanischen Metronom) ihr rhythmisches Gefühl schulen könnten. Der Wissenschaft könne diese Erfindung von Nutzen sein, indem jeder einmal produzierte Musiziervorgang originalgetreu reproduzierbar werde. In der musikalischen Praxis könne das Musik-Chronometer als Auto-Repetitor verwendet werden, damit eine Sängerin für ihr Engagement an einem bestimmten Haus die Musik so einstudieren könne, wie sie vom Dirigenten intendiert sei. Des Weiteren könnten Fernorchester oder Chöre hinter der Bühne und sogar große Massenaufführungen mit mehreren Orchestern synchronisiert werden. Es gebe die Möglichkeit, eine Verbindung zu Musikautomaten herzustellen und damit zu ermöglichen, dass solche Automaten ein Kammermusik- oder

60 Die »Verwendungsmöglichkeiten des Musik-Chronometers« sind aufgelistet in: Blum: *Das Musik Chronometer und seine Bedeutung für Film-, Theater- und allgemeine Musikkultur,* S. 16–19.

Begleitinstrument werden. Und zuletzt erwähnt Blum natürlich auch die Verwendung dieses Apparats in der Film- und Rundfunkmusik.

Das Notenband, das im Musik-Chronometer angezeigt wurde, konnte mithilfe eines Rhythmographen hergestellt werden.[61] Dieser Zusatzapparat wurde vorne vor das Sichtfenster des Musik-Chronometers angeschraubt, wie in Abb. 2.9 dargestellt, wobei es sich hier um ein Musik-Chronometer Type VIII handelt, mit einem viel kleineren Sichtfenster, das nur zwei oder drei Notensysteme anzeigen kann und sich dann eignet, wenn für die Direktion nur ein Klavierauszug benötigt wird. Der Rhythmograph enthielt zwei Solenoide (Hubmagnete), deren Eisenkerne stumpfe Spitzen hatten und gegen das Sichtfenster des Musik-Chronometers gerichtet waren. Von einer Rolle links zu einer Rolle rechts lief ein Farbband zwischen den Spitzen und dem zu beschriftenden Band im Musik-Chronometer. Über ein dreiadriges Kabel war dieser Apparat mit zwei Tasten verbunden, eine für Haupt-, die andere für Nebenakzente. Durch die elektrische Verbindung wurde beim Herabdrücken einer Taste der entsprechende Solenoid unter Strom gesetzt. Ließ man ein unbeschriftetes Band mit gleichförmiger Geschwindigkeit durch das Musik-Chronometer laufen und drückte gleichzeitig nach dem Rhythmus der Musik auf die Tasten, erhielt man auf dem Band entsprechend angeordnete Zeichen.

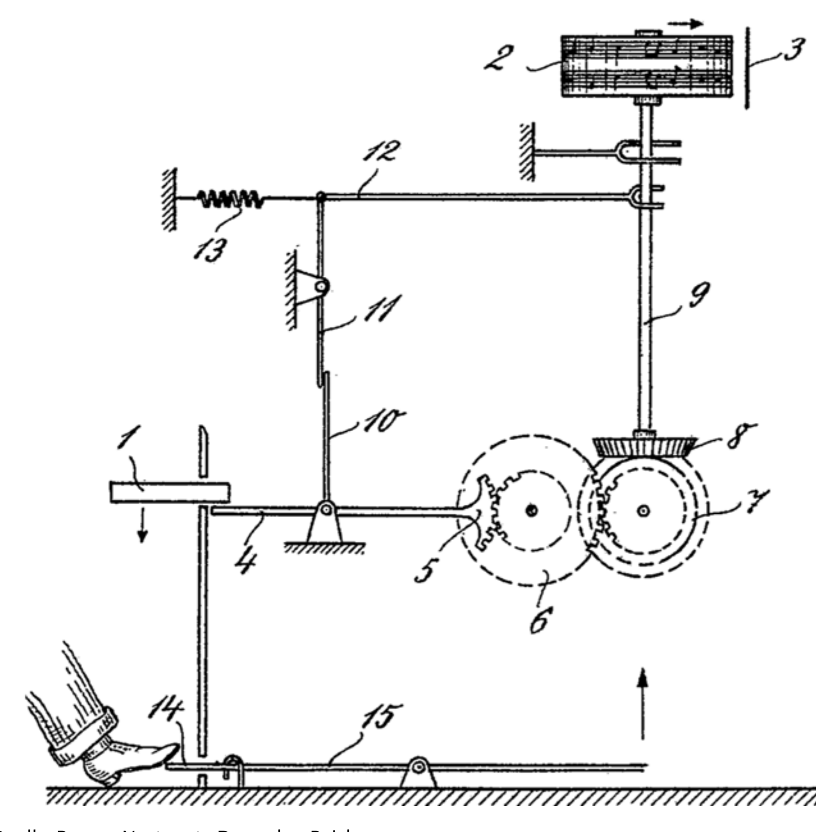
Abbildung 2.9: Der Rhythmograph am Musik-Chronometer (hier Type VIII) angebracht.



Quelle: Moritz Adam, *Hilfsgeräte für das Blum'sche Musik-Chronometer, in: Die Kinotechnik* 9 (1927), S. 479.

61 Beschrieben von Moritz Adam in: *Die Kinotechnik* 9 (1927) auf S. 95 und S. 479 f.

Abbildung 2.10: Schreibeinrichtung zur Herstellung eines Rhythmusbandes. Beim Anschlag einer Klaviertaste (1) wird mittels Typenrad (2) ein Blankoband (3) beschriftet. Durch die Klaviertaste wird ein Hebel (4) um seinen Drehpunkt gedreht, was über eine Zahnradkonstruktion (5–9) das Typenrad an die entsprechende Stelle dreht. Über die Hebel (10–12) wird dafür gesorgt, dass das Typenrad gegen das Blankoband schlägt und die entsprechende Type zum Abdruck bringt. Mit dem Fußpedal (14) kann das Typenrad über den Hebel (15) angehoben werden, um enharmonische Verwechslungen einer Tonhöhe zu notieren.



Quelle: Patent, Nr. 632467, Deutsches Reich.

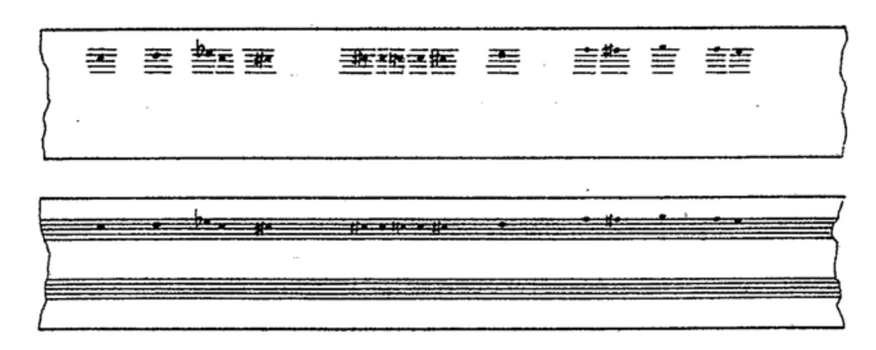
Um die Aufzeichnung des Rhythmogramms gleichzeitig mit der kinematographischen Aufnahme vorzunehmen, verband man das Musik-Chronometer mit der Aufnahmekamera. Wollte man dagegen einen bereits fertig gedrehten Film nachträglich mit passender Musik versehen, verband man das Musik-Chronometer mit dem Kinoprojektor und der Kapellmeister betätigte die Taster zum Bild auf dem Projektionsschirm. Die Zeichen auf dem Rhythmusband stellten ein sogenanntes Rhythmogramm dar, aufgrund dessen es möglich war, in einem weite-

ren Arbeitsschritt die Notation des Musikstückes in zeitproportionaler Räumlichkeit auf das Band zu schreiben.

Ein technisch anspruchsvolleres Verfahren zur Herstellung eines Rhythmusbandes beschreibt Blum in einer weiteren Patentschrift.[62] Werden nur die Haupt- und Nebenakzente auf dem bewegten Band markiert, erhält man nicht mehr als eine Art Morsezeichen, die nachträglich mit der Partitur abgeglichen werden müssen, da alleine aus diesen Akzenten weder auf den eigentlichen Rhythmus noch auf die Tonfolge der Musik geschlossen werden kann. Dazu beschreibt Blum eine Schreibeinrichtung, bei der übliche Notenschriftzeichen aufgezeichnet werden. So sollte eine Tonfolge in ihrem ›natürlichen‹ Rhythmus fixiert werden. Angelehnt an die Schreibmaschinentechnik wird beim Anschlag einer Klaviertaste mittels eines Typenrads[63] ein Notenkopf und gleichzeitig auch ein Stückchen Notenzeile abgedruckt (Abb. 2.10). Anschließend mussten die Notenlinien mit einem Rastral ergänzt werden (Abb. 2.11).

Trotz der Skepsis, die Blums Erfindung anfänglich entgegenschlug, wurde das Musik-Chronometer in der Praxis prominent eingesetzt. Bei der Leipziger Uraufführung von Ernst Kreneks Zeitoper *Jonny spielt auf* wurde es verwendet, um die Musik mit einer Filmeinspielung zu synchronisieren. Die »Stimme des Gletschers«, die von einem unsichtbaren Frauenchor gesungen wird, wurde durch eine Großaufnahme eines den Gesangstext imitierenden Mundes dargestellt. Die Idee zum Einsatz von filmischen Mitteln bei der Leipziger Erstinszenierung geht auf den Regisseur und Bühnenbildner Walther Brügmann zurück, der als Film-

Abbildung 2.11: Das Rhythmusband.



Quelle: Patent, Nr. 632467, Deutsches Reich.

62 Patent, Nr. 632467, Deutsches Reich, 5. Juli 1927, *Verfahren zur Herstellung von Rhythmusbändern, insbesondere von Bildfilm und Musik*.

63 Eigentlich ein Typenzylinder oder eine Typenwalze. In der älteren Fachliteratur wird ein kürzerer und im Durchmesser größerer Typenzylinder ›Typenrad‹ genannt.

schauspieler die entsprechenden Erfahrungen und Verbindungen zur Filmindustrie hatte. Die Aufgabe des Dirigenten, der die Aufführung leitete, lag nun darin, das Orchester und den von einem Assistenten dirigierten Chor mit dem Filmbild in Übereinstimmung zu bringen.

> Das Durcheinander, das durch dieses Arrangement verursacht wurde, war ganz außergewöhnlich. [...] Ernste und nächtelange Diskussionen waren die Folge, doch der Urheber der Sache konnte nicht dazu bewegt werden, sie vollständig fallen zu lassen. Lieber wollte er für ein Gerät sorgen, das auf dem Dirigentenpult montiert wurde und ein mit dem Filmprojektor synchronisiertes Bild der Partitur zeigte [...], und von diesem Gerät sollte der Dirigent sein Tempo bekommen. Glücklicherweise willigte Brügmann auch ein, den Film soweit abzudunkeln, daß schließlich nichts mehr zu sehen war als eine verschwommene, schattenhafte Bewegung auf dem bläulichen Eis des Gletschers. Das Endresultat dieser schrecklichen, kostspieligen Unternehmung war praktisch gleich Null, aber sie erregte großes Aufsehen [...].[64]

Auch der Komponist Edmund Meisel interessierte sich für Blums Musik-Chronometer. Dies erstaunt wenig, war doch Meisels Filmmusik dafür bekannt, die rhythmischen Elemente stark in den Vordergrund zu stellen. Für Blums Broschüre zur ersten Präsentation des Musik-Chronometers am 14. Dezember 1926 verfasste Meisel ein Gutachten. Er lobt darin, dass eine zuverlässige Übereinstimmung von Bild und Musik durch Blums Erfindung nun endlich sicher gewährt werde, und wünscht ihr »eine schnelle Reise um die Welt«. Meisel plante, für seine Musik zu Walther Ruttmanns Film *Berlin – Die Sinfonie der Großstadt* das Musik-Chronometer zu verwenden. Die Premiere des Films war zunächst für den 17. Juni 1927 im Berliner Gloria-Palast geplant, konnte aber schließlich erst am 23. September 1927 stattfinden. Blums Apparatur kam letztendlich doch nicht zur Anwendung, was Meisel erst nachträglich und provoziert von einer Kritik, die seine musikalische Ästhetik in grundsätzlicher Weise angriff, klarstellte:

> Herr Stuckenschmidt [...] hat neulich ohne Spur von Begründung in kindlicher Weise im ›Börsen-Courier‹ versucht, meine Arbeit zu ›erledigen‹. Am Schluß dieser Auslassungen wurde das Blumsche Musikchronometer empfohlen. Was hat eine Tageszeitung mit Chronometer-Empfehlungen zu tun, die nicht einmal in der Fachpresse diskutiert werden? Dieses Musikchronometer hat beim ›Berlin‹-Film in katastrophaler Weise versagt und mich um viel Zeit und Nerven betrogen. Obwohl mir der Regisseur des Filmes ebenso wie der Direktor des Uraufführungstheaters dringend abrieten, habe ich bis zum letzten Moment versucht, diese Erfindung herauszubrin-

64 Ernst Krenek: *Im Atem der Zeit. Erinnerungen an die Moderne*, Hamburg: Hoffmann und Campe 1998, S. 630.

> gen. Bei der Generalprobe mußte ich sie fallen lassen, weil sie stehen blieb und nicht mehr vorwärts zu bewegen war. Bis heute habe ich dieses Debacle aus Mitleid mit dem Erfinder nicht bekannt gegeben. Ich sehe jetzt, daß es falsch ist, zu schweigen.[65]

Über diese kurzfristige Entscheidung scheint Blum seinerzeit aber nicht im Bilde gewesen zu sein. Anlässlich der bevorstehenden, dann aber nochmals auf September 1927 verschobenen Uraufführung des Films veröffentlichte er noch am 15. Juni einen grundsätzlichen Artikel über sein Musik-Chronometer, in dem er dessen theoretische Grundlagen mit den ästhetischen Konzepten der Macher von *Berlin – Die Sinfonie der Großstadt* in Einklang brachte.[66] Blums Versuch, sein Synchronisationssystem in der Filmindustrie zu etablieren, war also gescheitert. Dies hatte aber nicht nur mit den technischen Unzulänglichkeiten zu tun, sondern auch damit, dass sich Ende der 1920er Jahre der Tonfilm durchsetzte und solche Synchronisationssysteme obsolet machte.

2.3 Der Übergang zum Tonfilm

Während der Phase des Stummfilms (ca. 1910–1927) geriet die Idee des Tonfilms nicht gänzlich in Vergessenheit. Die Koppelung von Bild- und Tonwiedergabe, die auf die Pionierleistungen von Edison und Dickson zurückgeht und die sich zunächst in mancher Hinsicht als zu wenig praktikabel erwiesen hatte, wurde weiterentwickelt und verbessert. Für die Rückkehr des Nadeltonverfahrens findet sich in Nordamerika eine prominente Entwicklungslinie. Die Firma *Western Electric Co.*, eine Tochtergesellschaft der *American Telephone and Telegraph Company*, entwickelte ab 1912 ein verbessertes elektrisches Aufnahme- und Wiedergabeverfahren. Um die Spieldauer einer Grammophonplatte zu verlängern, vergrößerte man ihren Durchmesser von den damals üblichen 10 Zoll (ca. 25 cm) auf 16 Zoll (ca. 40.5 cm) und setzte die Drehzahl von 78 auf 33 1/3 Umdrehungen pro Minute herab. Die langsamere Umdrehungsgeschwindigkeit erlaubte nun eine Spieldauer von ca. 12 Minuten, was der Länge eines üblichen Normalfilm-Aktes[67] von maximal 1000 Fuß Länge (ca. 300 m) bei 24 Bildern pro Sekunde entsprach. Während der Aufnahmen wurden Kamera und Plattenschneidegerät von Synchronmotoren

---

65 Edmund Meisel, In eigener Sache, in: Film-Kurier 10. Jg., Nr. 157 (3.7.1928), abgedruckt in Werner Sudendorf (Hg.), *Der Stummfilmmusiker Edmund Meisel*, Frankfurt am Main: Deutsches Filmmuseum 1984, S. 70.

66 Carl Robert Blum, *Zeit wird Raum*, in: *Der Film* 11 (15.6.1927), S. 26.

67 Unter einem Akt versteht man im Film eine einzelne Filmrolle. Der Ausdruck stammt vom Theater, wo mit Akt ein in sich geschlossener Abschnitt der Handlung bezeichnet wird.

angetrieben, bei der Wiedergabe im Kino waren Plattenteller und Filmprojektor starr mechanisch miteinander verbunden.

Als weitere wichtige Verbesserung gegenüber früheren Verfahren kam die elektrische Verstärkung des Tonsignals hinzu. Grundlage war die Audion-Röhre des amerikanischen Ingenieurs Lee De Forest.[68] 1913 erwarb *Western Electric* die Rechte an De Forests Erfindung und perfektionierte sie. Am 27. Oktober 1922 präsentierte *Western Electric* den animierten Kurzfilm *The Audion*, der die Tonaufzeichnungstechnik (die Funktionsweise einer Vakuumröhre) demonstrierte.[69] Die Leistung der Verstärker und Lautsprecher, die *Western Electric* entwickelt hatte, war allen anderen damals verfügbaren Geräten weit überlegen, auch den Geräten, die De Forest für sein eigenes Tonfilmsystem *Phonofilm* verwendete.

Am 20. April 1926 unterzeichneten die Warner Brothers einen Vertrag mit *Western Electric* und gründeten damit die *Vitaphone Corporation*, um Tonfilme auf dem Markt zu vertreiben. Der erste abendfüllende Tonspielfilm *Don Juan* wurde mit dem Vitaphone-System am 6. August 1926 uraufgeführt. Im Frühjahr 1927 begannen die Dreharbeiten an dem Tonfilm *The Jazz Singer*. Der Film hatte am 6. Oktober 1927 in New York Premiere und sein Erfolg auf der ganzen Welt war so enorm, dass er dem Tonfilm zum Durchbruch verhalf. Vitaphone war das kommerziell erfolgreichste System im Nadeltonverfahren, aber auch das letzte. Nachträglich betrachtet, war das Nadeltonverfahren eine Sackgasse.

Der Lichtton

Der Lichtton *(sound on film)* setzte sich am Ende der 1920er Jahre als Standard für den Tonfilm durch. Beim Lichtton wird das akustisches Signal in eine optische Information umgewandelt und auf dem Filmstreifen selbst aufgezeichnet. Diese Information wird bei der Wiedergabe von einer lichtempfindlichen Zelle abgetastet und kann damit als akustisches Signal reproduziert werden. Schon in den 1870er Jahren – zur selben Zeit, in der auch der Film seine Geburtsstunde erlebte – wurden die ersten Entdeckungen gemacht, die zu wichtigen technischen Bestandteilen der Lichttonwiedergabe führten: 1873 entdeckten der britische Elektroingenieur Willoughby Smith und sein Assistent Joseph May, dass die Leitfähigkeit von Selen-Platin-Elementen unter Lichtbestrahlung steigt, und berichteten darüber in einem Artikel in der naturwissenschaftlichen Fachzeitschrift *Nature* am 20. Februar 1873.[70]

68 Patent Nr. 841387, Vereinigte Staaten, 15. Januar 1907, *Device For Amplifying Feeble Electrical Currents*.

69 Scott Eyman: *The Speed of Sound. Hollywood and the Talkie Revolution, 1926–1930*, New York: Simon & Schuster 1997, S. 45.

70 Willoughby Smith, *Effect of Light on Selenium During the Passage of an Electric Current, in: Nature* 7 (1873), S. 303.

Dies stieß weitere Forschungen zu diesem Thema an. 1876 entdeckten der britische Physiker William Grylls Adams und sein Student Richard Evans Day, dass Selen Licht in Elektrizität umwandelt.[71] Der deutsche Physiker Ernst Walter Ruhmer verbesserte die Selenzelle und erfand um 1900 das erste Verfahren zur Lichttonaufzeichnung und -wiedergabe, über das er in der Zeitschrift *Scientific American* vom 20. Juli 1901 berichtete.[72] Mit Tönen modulierte er die Helligkeit des Lichtbogens einer Kohlebogenlampe und zeichnete diese Helligkeitsschwankungen mit einer Filmkamera auf. Bei der Wiedergabe wurde der Film durchleuchtet und die Helligkeitsschwankungen von einer extrem empfindlichen Selenzelle gelesen und als Spannungsschwankungen an einen Kopfhörer geleitet. In dem Artikel im *Scientific American* tut Ruhmer seine Absicht kund, seine Erfindung zusammen mit dem Kinematographen zu nutzen, um herauszufinden, »whether it be possible to record the movements of bodies and sounds (such as music) upon the same film.« Das Vorhaben scheiterte daran, dass es technisch nicht möglich war, einen Lichtbogen über längere Zeit innerhalb der für Filmaufnahmen nötigen Toleranzen konstant zu halten. Nur unter Laborbedingungen erzielte Ruhmer brauchbare Resultate.

Der schwedische Erfinder Sven Berglund kam während seines Studiums an der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg mit Ruhmer und seinen Experimenten zur fotografischen Tonaufzeichnung in Kontakt, was ihn dazu brachte, selber auf diesem Gebiet zu experimentieren. Ihm gelang die Pioniertat der weltweit ersten öffentlichen Demonstration eines optischen Filmtonsystems. Es fand am 17. Februar 1921 in Brevik auf Lidingön bei Stockholm statt. Ein gutes Jahr später, am 9. Juni 1922, zeigte der polnische Ingenieur Józef Tykociński Tykociner im damaligen elektrotechnischen Institut in Urbana an der University of Illinois den ersten Tonfilm in den USA. Unter dem Namen *Triergon* entwickelten die deutschen Ingenieure Hans Vogt, Joseph Massolle und Joseph Benedict Engl in den Jahren von 1919–1925 ein neues Tonfilmverfahren. Dabei machten sie es sich zur Aufgabe, sämtliche Komponenten inklusive der dazu benötigten Verstärker, Lautsprecher und Mikrofone selbst zu entwickeln. Am 17. Dezember 1922 fand im Berliner Lichtspieltheater *Alhambra* die erste öffentliche Vorführung mit dem Triergon-Verfahren statt.

Vor 1925 zeigte die Filmwelt noch kein breites Interesse am Tonfilm.[73] Die Filmindustrie hatte mit den Stummfilmen ein gutes Geschäft gemacht und sah keinen Anlass, sich auf ein experimentelles System einzulassen. Auch die Filmschaffenden, die im Stummfilm eine ausdrucksvolle, auch über die Sprach- und Ländergrenzen hinweg verständliche Bildsprache gefunden hatten, zeigten zunächst kein Interesse am Tonfilm.

---

71 W. G. Adams and R. E. Day, *The Action of Light on Selenium, in: Proceedings of the Royal Society of London*, Bd. 25, 1876/1877, S. 113–17.

72 Erst Ruhmer, *The »Photographophone«*, in: *Scientific American* 85 No. 3, 20.6.1901, S. 36.

73 Beschrieben bei Jossé: *Die Entstehung des Tonfilms*, S. 189–201.

Deutsche Kammermusik Baden-Baden

In der Phase des Übergangs zum Tonfilm kam es in Deutschland für eine kurze Zeit zu einer Annäherung zwischen der filmischen und musikalischen Avantgarde und dem kommerziellen Kino. 1927 wurden die Donaueschinger Kammermusiktage nach Baden-Baden verlegt und das Musikfest hieß nun Deutsche Kammermusik Baden-Baden. Neben Kammermusikwerken wurden auch Kompositionen für mechanische Instrumente und Musik zu Filmen aufgeführt. Mitverantwortlich für diese programmatische Neuausrichtung war Paul Hindemith, der diese Kammermusiktage mitorganisierte und maßgeblich prägte. Die Verbindung von Film und Musik spielte in Baden-Baden in den Jahren 1927–1929 ein Rolle.[74]

1927

Am 16. Juli 1927 war der Konzertteil um 21 Uhr mit *Film und Musik* überschrieben. Es wurde Walter Ruttmanns Film *Opus III*[75] gezeigt, zu dem Hanns Eisler Musik komponiert hatte, das *Präludium in Form einer Passacaglia,* das heute als 1. Satz der 1. Orchestersuite op. 23 bekannt ist. Der ungefähr drei Minuten dauernde Film wurde zuerst in Farbe gezeigt, die Musik wurde vom ungarischen Dirigenten Paul Gergely geleitet und mithilfe von Blums Musik-Chronometer synchronisiert. Dann folgte derselbe Film in Schwarzweiß in einer Tonfilmfassung, die mittels des Triergon-Verfahrens hergestellt worden war. Anschließend wurde Pat Sullivans Film *Felix the Cat at the Circus* (in der deutschen Übersetzung: *Felix der Kater im Zirkus*) mit Hindemiths Musik für automatische Welte-Orgel gezeigt. Zuletzt stellte Guido Bagier dem Publikum das Triergon-Verfahren vor.

Bagier, ein deutscher Tonmeister, Filmregisseur und Filmkomponist, war ein enthusiastischer Vertreter des Lichtton-Verfahrens. In der Zeitschrift *Die Musik* legt er seine Haltung im Artikel *Probleme des Tonfilms* dar.[76] Zunächst äußert er sich abschätzig über die in der Filmmusik übliche Praxis der Illustration und nennt sie ein »mehr oder minder geschicktes Aneinanderreihen ausgewählter ›Perlen‹ der Musikliteratur«. Dann spricht er sich für selbständige Filmkompositionen

---

74 Die Annäherung der Komponisten der ›Neuen Sachlichkeit‹ an der Film beschreibt Francesco Finocchiaro: *New Objectivity and Abstract Cinema*, in: *Musical Modernism and German Cinema From 1913 to 1933*, Cham: Palgrave Macmillan 2017, S. 194–194; für eine allgemeine Dokumentation dieses Festivals siehe Josef Häusler: Spiegel der Neuen Musik: Donaueschingen. Chronik – Tendenzen – Werkbesprechungen, Kassel: Bärenreiter 1996.

75 Auf dem Programmzettel stand fälschlicherweise »op. 4«, dieser Fehler wurde erstmals diskutiert in Helga de la Motte-Haber/Hedemarie Strauch: *Zur Authentizität der Filmvorlage für Eislers erste Filmkomposition*, in: Christian Kuntze (Hg.): *Komposition für den Film. Dokumente und Materialien zu den Filmkompositionen Hanns Eislers*, Berlin: Freunde d. Dt. Kinemathek 1982, S. 41 f.

76 Guido Bagier: *Probleme des Tonfilms*, in: *Die Musik* 20 (1927), S. 203–204.

aus, die durch den Tonfilm erst richtig möglich werden. »Die Bedeutung dieser Erfindung für den Musiker ist ohne weiteres klar«, behauptet er, denn durch die Tonaufzeichnung finde eine »Verewigung der ursprünglichen Intuition des Komponisten« statt. Zuletzt fordert Bagier die Musiker auf, sich mit diesem neuen Verfahren auseinanderzusetzen, denn dies sei die »Aufgabe jedes Musikers, der nicht in retrospektiver Trauer, sondern in jugendlicher, kluger Aktivität die Würde der ihm anvertrauten Kunst zu erhalten und zu fördern bestrebt ist!«.

Am Musikfest in Baden-Baden war Bagier besonders daran interessiert, den Gleichlauf von Bild und Ton zu demonstrieren, der nunmehr dank des Musik-Chronometers und des Triergon-Verfahrens möglich war. Er beauftragte Eisler, eine Musik zu *Opus III* zu schreiben, und forderte ihn auf, rhythmisch möglichst nahe am Bild zu bleiben. Eisler erfüllte diese Aufgabe, was ihm jedoch im Nachhinein peinlich war:

> Meine Praxis als Tonfilmkomponist begann in Deutschland sehr früh. 1927 holte Dr. Guido Bagier, der damalige Manager der kleinen unbekannten Triergon-Gesellschaft, zwei Komponisten, Paul Hindemith und mich. Wir sollten jeder einen kleinen Film für das Musikfest in Baden-Baden komponieren. [...] Mir wurde damals folgende Aufgabe gestellt: Ich sollte mittels einer sehr mäßigen neuen Erfindung, des Synchronisationsapparates von Blum, in einem abstrakten Film von Ruttmann alle ›Rhythmen‹ musikalisch ›nachzeichnen‹. Ich muß gestehen, daß mir das heute idiotisch erscheint. [...] Daß man mir so eine Aufgabe stellte, darf niemanden verwundern, wenn man bedenkt, in was für einem Zustand die Filmmusik damals war. Ein Filmkomponist galt als geschickt und brauchbar, wenn er alle Vorgänge im Film musikalisch ›illustrieren‹ konnte.[77]

Überblickt man die Presseberichte, die die Aufführung von *Opus III* am Baden-Badener Musikfest erwähnen,[78] zeigt sich, dass einige Kritiker darin nicht mehr sahen als eine Präsentation neuer technischer Verfahren zur Synchronisierung von Film und Musik. »Nicht in das eigentliche Gebiet der Kunst, sondern in das des Kunsthandwerks gehören auch die in der vierten Veranstaltung [...] vorgeführten Versuche«,[79] schrieb Max Marschalk, und Jón Leifs hielt die ganze Veranstaltung

---

77 Hanns Eisler: *Aus meiner Praxis [Über die Verwendung der Musik im Tonfilm]* 1936, in: *Hanns Eisler, Materialien zu einer Dialektik der Musik*, hg. von Manfred Grabs, Leipzig: Reclam 1973, S. 137–141, hier S. 137.

78 Jörg Jewanski hat 15 Presseberichte zusammengetragen; siehe Anhang 2 in Jörg Jewanski: *Walter Ruttmanns abstrakter Kurzfilm OPUS III (1924) mit der Musik von Hanns Eisler (1927). Möglichkeiten und Grenzen einer Rekonstruktion*, in: *Kieler Beiträge zur Filmmusikforschung* 12 (2016), S. 353–394, hier S. 381–385.

79 Max Marschalk: *Kunst und Kunsthandwerk. Deutsche Kammermusik Baden-Baden* 1927, in: *Vossische Zeitung. Berlinische Zeitung von Staats- und gelehrten Sachen* Nr. 176 (24. Juli), zweite Beilage (1927).

für »kunstmusikalisch fast wertlos«.[80] Einige Kritiken beschreiben Eislers Musik als »einfühlend«, »famos«, »nicht übel« oder »ansprechend«, bei den meisten handelt es sich jedoch um bloße Berichterstattungen, die das Augenmerk eher auf die technischen Geräte als auf die künstlerischen Inhalte legen. Die Synchronität von Bild und Ton wurde gelobt:

> Daß aber der absolute Gleichtakt von Bild und Ton hergestellt ist, daß Musikakzente und Bewegungsakzente mit der Präzision von Sekundenbruchteilen zusammenfallen, das war eine neue Glanzleistung der unseren Lesern und der Fachwelt schon rühmlichst bekannten genialen Erfindung Carl Robert Blums, des Musik-Chronometers.[81]

> [M]an sah und hörte das von *Guido Bagier* vorgeführte *Tri Ergon-Verfahren* und das augezeichnete Musikchronometer von *Carl Robert Blum*; und gewann die Überzeugung, daß im Film erst durch den mechanisch absolut garantierten Gleichlauf von Bild und Ton ein voller künstlerischer Gesamteindruck entstehen wird.[82]

Von der Technik, die eine solche Synchronität ermöglichte, schien also eine Faszination auszugehen. Über das Zusammenwirken von Bild und Ton wurde, abgesehen von der rhythmischen Koordination, wenig gesagt. Ebenso wurde kaum thematisiert, welcher Unterschied sich zwischen der realen Musikaufführung und der medialen Wiedergabe wahrnehmen ließ. Was das technische Verfahren der Koordination anging, war es eigentlich zweimal dasselbe: Auch bei der Tonaufnahme wurde ein Musik-Chronometer verwendet, damit Bild und Ton anschließend synchron montiert werden konnten. Der Unterschied bei der Aufführung lag also einerseits in der Klangqualität der Wiedergabe und andererseits in der fehlenden Präsenz eines Orchesters. Dass Bagier selbst behauptete, dass »die Wiedergabe durch den akustischen Film mindestens die Wirkung des Originals erreichte, wenn diese nicht sogar zeitweilig, namentlich in den reinen Bläserstellen, »übertroffen wurde«,[83] ist nicht weiter verwunderlich. Nüchterner klingt die Einschätzung von Leuten, die weniger direkt involviert waren. Hier liest man, dass der Tonfilm zwar für die Wiedergabe von Sprache geeignet sein mag, für

---

80 Jón Leifs: »Deutsche Kammermusik« in Baden-Baden, in: *Signale für die musikalische Welt* 85 (1927), S. 1129–1132, hier S. 1130.

81 Hans Böhm: *Film-Musik und Musik-Film in Baden-Baden. Ein Bericht über die Musikfeste*, in: *Der Film, die illustrierte Wochenschrift* Nr. 14 (1927), S. 24.

82 Eberhard Preussner: *Deutsche Kammermusik Baden-Baden* 1927, in: *Die Musik* 19 (1927), S. 884–892, hier S. 890 (Hervorhebungen im Original).

83 Guido Bagier: *Film und Musik. Die Tagung Deutsche Kammermusik Baden-Baden*, in: *Film-Kurier* 9 (1927), zit. nach Jewanski: *Walter Ruttmanns abstrakter Kurzfilm OPUS III (1924) mit der Musik von Hanns Eisler (1927)*, S. 382.

Musik aber kaum dieselbe Bedeutung erlagen werde, denn »[d]ie Musik-Wiedergabe durch das Tri-Ergon-Verfahren entsprach ungefähr der eines guten Radio-Apparates.«[84]

Interessant ist eine Kritik von Hans Böhm, die tatsächlich auf die Aufführungssituation, die sich mit dem Musik-Chronometer einstellt, eingeht. Böhm war fasziniert von der Mühelosigkeit der Koordination, die sich darin zeigte, dass auch ohne Sichtkontakt alles automatisch richtig zusammenpasste. Damit ist er einer der Ersten und einer der wenigen, die die technische Kontrolle über das Tempo und die normalerweise negativ konnotierte Isolation der Ausführenden ins Positive wenden:

> Kein hastiges Hin- und Herblicken vom Notenblatt zur Leinwand und zurück ist nötig (ja es ist nicht einmal möglich, denn ein Wandschirm trennt das Orchesterchen von der Spielfläche), und dennoch oder gerade dadurch ein wundervolles Übereinstimmen. Keine Opernsängerin trifft den Einsatz ihrer Arie so gut, wie es das erste Bildchen des Ruttmann-Films tat, und exakt mit dem letzten verklingenden Ton der Eisler-Musik erlischt auch oben auf der Leinwand die Projektion.[85]

Am selben Musikfest in Baden-Baden kam es noch zu einer weiteren, jedoch eher metaphorischen Annäherung an den Film. Am 17. Juli 1927 wurde die komische Miniaturoper (im Original: »Sketch mit Musik«) *Hin und Zurück* von Hindemith zu einem Libretto von Marcellus Schiffer aufgeführt. Die Handlung besteht aus lauter operntypischen Situationen wie Betrug, Eifersucht, Mord und Selbstmord, die wie in einem Zeitraffer hintereinandergereiht werden. Nach dem Tod der beiden Protagonisten erscheint ein Weiser und erklärt, dass eine »höhere Macht« dagegen sei, dass sich Leute wegen einer »Kleinigkeit« umbringen. Die Handlung läuft daraufhin Szene für Szene in umgekehrter Reihenfolge zurück und auch die Formabschnitte der Musik sind rückläufig angeordnet. Es scheint, als ob die Filmtechnik einen Einfluss auf die Ästhetik der Musik und die Dramaturgie der Handlung genommen habe: Die Schnelligkeit der Handlung und die Art der Montage (vorwärts und rückwärts) ist dem Trickfilm nachempfunden.

1928

Auch im Jahr 1928 blieb die Filmmusik ein inhaltlicher Bestandteil des Festivals in Baden-Baden. Das Konzert um 10 Uhr am 14. Juli 1928 trug den Titel *Experimentalvorführung Film und Musik*. Das Programm bestand aus:

84 Leifs: »Deutsche Kammermusik« in Baden-Baden, S. 1129.

85 Böhm: *Film-Musik und Musik-Film in Baden-Baden*, S. 24.

- Darius Milhauds *Actualités*, zu einer Ufa-Wochenschau,
- Ernst Tochs *Die Kinderfabrik*, zu einem Film von Ch. B. Mintz,
- Hugo Herrmanns Filmmusik zu einer Photostudie von S. Stone, Wolfgang Zellers *Aus der Geschichte des Prinzen Achmed*, einer Musik zu Szenen aus L. Reinigers Silhouettenfilm,
- Paul Hindemiths *Bewegte Gegenstände (Vormittagsspuk)*, einer Musik zu einem Film von Hans Richter und Werner Gräff.

Im Programmtext strich Hindemith den experimentellen Charakter dieser Matinee heraus: »Diese Veranstaltung ist weder ein Konzert, noch eine Filmvorführung. Sie ist ein Versuch«.[86] Wie eine »gute Originalmusik« beschaffen sein könnte, war die Fragestellung, die in diesem Versuch verfolgt wurde. In klarer Abgrenzung zu der den Film umgebenden kommerziellen Aura hatte Hindemith nicht die Absicht, »eine amüsante Filmvorführung zu veranstalten. Die Zuhörer sollen auf die Zusammenhänge zwischen Film und Musik aufmerksam gemacht werden, der Komposition für den Film wollen wir neue Anregungen bieten«.[87] Es ging also nicht mehr um die Vorführung von technischen Lösungen zur Synchronisation von Bild und Ton wie im Jahr zuvor, sondern der Fokus verlagerte sich auf die Ästhetik.

Hindemiths Beitrag zu diesem Programmteil war eine Musik für mechanisches Klavier. Die Firma Welte hatte einen Synchronisierungsapparat zur Verfügung gestellt, der es erlaubte, die Notenrolle des Klaviers direkt mit dem Filmprojektor zu koppeln.[88] Hindemith war der Ansicht, dass zu einer mechanisch ablaufenden Bildfolge auch ein mechanisches Instrument gehöre. Die übrigen Musiken waren für Kammerorchester und wurden mit Ausnahme derjenigen von Wolfgang Zeller mit Blums Musik-Chronometer zum Film synchronisiert.[89] Widersprüchlich dazu ist eine Aussage Hindemiths in einem Interview: »Wolfgang Zeller nimmt einige Zauberszenen aus Lotte Reinigers Achmed-Film. Er wird übrigens dafür einen Synchronisator benutzen, die anderen dagegen wollen die Synchronisation nach dem Gefühl und mit der Uhr vornehmen«[90] Auf jeden Fall wurde 1928 in Baden-Baden auf den Lichtton (das Triergon-Verfahren) verzichtet.

86 Paul Hindemith: *Zu unserer Vorführung »Film und Musik«, in: Aufsätze, Vorträge, Reden*, hg. von Giselher Schubert, Zürich: Atlantis 1994, S. 29–32, hier S. 29.

87 Ebd., S. 32.

88 Vgl. dazu auch Günther Metz: Paul Hindemith und Freiburg, in: *Hindemith-Jahrbuch 2004/XXXIII*, Mainz: Schott 2004, S. 165–213, hier S. 177–183.

89 Hindemith: *Zu unserer Vorführung »Film und Musik«*, S. 31 f.

90 Lotte H. Eisner, *Kammermusik oder Filmmusik – Die Hauptsache ist gute Musik. Ein Gespräch mit Professor Paul Hindemith*, in: *Film-Kurier* Nr. 155 vom 30. Juni 1928, 2. Beiblatt, abgedruckt in: *Hindemith-Jahrbuch 1990/XIX*, Mainz: Schott 1990, S. 79–82, hier S. 80.

Nach wie vor war die Synchronität von Bild und Musik das am stärksten beachtete Kriterium, wie sich in Strobels Kritik zeigt: »Hindemith geht in der Verbindung von musikalischer und filmischer Bewegung am weitesten. Er stellt (gemeinsam mit Hans Richter) seinen ›Vormittagsspuk bewegter Gegenstände‹ ganz auf Rhythmik und Dynamik und übersetzt diese Vorgänge, ohne indes überall zu überzeugen, in eine Musik für mechanisches Klavier«.[91] Strobel schien auch der Ansicht zu sein, dass sich diese Synchronität nur mit dem Musik-Chronometer angemessen erreichen lasse, denn »Zeller benützt als Zeitregler eine Taschenuhr, deren Zuverlässigkeit in diesem Fall natürlich höchst anfechtbar ist«.[92] Von Milhaud erfährt man, wie er das Musik-Chronometer im Produktionsprozess verwendete und dadurch seine Musik sehr kleingliedrig an das Filmgeschehen anpassen konnte: »I wrote music for a German news-reel, and found it possible to make as many little pieces of different character as there were events, and to relate them with absolute synchronization«.[93]

1929

Im folgenden Jahr 1929 gab es am 25. Juli einen Programmteil mit dem Titel *Tonfilme (Uraufführung).* Das Programm war reichhaltiger als in den beiden Jahren zuvor und beinhaltete:

- eine Ouvertüre von Hugo Herrmann,
- Paul Dessaus *Episode* zu einem Film von Hans Conradi,
- eine Wiederholung von *Vormittagsspuks*, nun als Tonfilm,
- Darius Milhauds Musik zum Film *La p'tite Lilie* von Alberto Cavalcanti,
- ein Intermezzo von Rudolf Wagner-Régeny,
- Wolfgang Zellers Musik zum Film *Melodie der Welt* von Walther Ruttmann,
- Walter Gronostays Musik zum Film *Alles dreht sich – alles bewegt sich* von Hans Richter.

Die Musiken waren unterschiedlich gelungen, die Berichterstatter hoben Hindemith und Milhaud hervor. Gronostays Komposition soll oberflächlich, aber höchst funktionsgerecht gewesen sein.[94] Die Filmmusiken wurden nicht live gespielt, son-

---

91 Heinrich Strobel: *Deutsche Kammermusik Baden-Baden* 1928, in: *Melos* 7 (1928), S. 423–426, hier S. 425.

92 Heinrich Strobel: *Film und Musik. Zu den Baden-Badener Versuchen*, in: *Melos* 7 (1928), S. 343– 347, hier S. 347.

93 Darius Milhaud: *Experimenting with Sound Films, in: Modern Music* 7 (1930), S. 11–14, hier S. 12; abgedruckt in Wierzbicki/Platte/Roust: *The Routledge Film Music Sourcebook*, S. 66.

94 Häusler: *Spiegel der Neuen Musik: Donaueschingen. Chronik – Tendenzen – Werkbesprechungen*, S. 97.

dern waren Bestandteil der Tonfilme. Das gesamte Filmprogramm wurde von der Firma Tobis[95] produziert. Zum Synchronisieren der Aufnahme im Studio kam jedoch Blums Musik-Chronometer nicht zum Einsatz. Milhaud, der es noch im Jahr zuvor für seinen Wochenschau-Film verwendet hatte, war darüber verwundert:

> I don't know for what mysterious reason the great German sound studios of Tobis, on the Ufa grounds, do not use this device, which gives maximum precision. In these studios I recorded the score I composed for *La Petite Lilie* of Cavalcanti.[96]

Im selben Aufsatz schildert Milhaud auch den Produktionsprozess. Bevor er komponierte, vermaß er den Film mit einem Lineal und stellte alle möglichen Berechnungen zum Verhältnis der Anzahl der Bilder pro Sekunde und pro Meter an. Beim Komponieren hatte er ständig ein Auge auf dem Sekundenzeiger seiner Uhr. Bei der Aufzeichnung der Musik, bei der keine technische Synchronisationshilfe verwendet wurde, ging man so vor, dass aus mehreren Aufnahmen diejenige ausgewählt wurde, die am besten zu den Bildern synchron war.

Der Komponist Walter Gronostay versuchte in einem Artikel in *Melos* einen Beitrag zur Theoriebildung zu leisten und teilte die Möglichkeiten für eine Bild-Ton-Beziehung in drei Klassen: 1. Die Musik illustriert, 2. der Anlass zur Musik kommt aus dem Filmgeschehen (diegetische Musik) oder 3. der Anlass zum Filmgeschehen kommt aus der Musik heraus. Vor allem in der dritten Möglichkeit sah er ein großes Potenzial:

> Dieser sehr viel versprechende Weg ist bisher noch kaum […] eingeschlagen worden. Hier würde sich aus dem rhythmischen und dem Spannungsverlauf der Musik, genau wie im Ballett, die Bildbewegung ergeben. Versuche rein filmischer Natur, an Stelle einer rationalistischen Handlungslogik einen rein konstruktiven, rhythmischen Bewegungsmotor zu setzen, sind immerhin schon gemacht worden: Filme von Hans Richter, Man Rey [sic], Leger, Picabia etc. Das Drehbuch eines solchen Filmes müßte zusammen mit einem Musiker entworfen werden, der nachdem jeder Meter unveränderlich festgelegt worden ist die Komposition zu vollenden hat, noch ehe man an die Aufnahmen gegangen ist. Während der Aufnahmen wird die fertige Musik gespielt, nach deren Ablauf sich das Bildgeschehen reguliert.[97]

Diesem Anspruch, die Filmmusik zu reformieren und auf Augenhöhe mit dem Bild zu bringen, war die Filmindustrie nicht geneigt zu folgen. Auch die Betei-

95 Tobis Tonbild-Syndikat (1927–1942), nicht zu verwechseln mit Tobis-Film (seit 1971).

96 Milhaud: *Experimenting with Sound Films*; abgedruckt in Wierzbicki/Platte/Roust: *The Routledge Film Music Sourcebook*, S. 66.

97 Walter Gronostay: *Die Möglichkeiten der Musikanwendung im Tonfilm*, in: *Melos* 8 (1929), S. 317–318.

ligung von Tobis am Festival von 1929 blieb ein Einzelereignis. Somit endete das Filmmusikexperiment des Baden-Badener Musikfests. Hindemith verwendete das Musik-Chronometer noch 1929/30 für seine Rundfunkkurse. Weil es aber nur von Fall zu Fall ausgeliehen werden konnte und nicht dauernd zur Verfügung stand, beklagt er, dass ein »ernsthaftes Arbeiten« damit schwierig sei.[98]

2.4 Technikgestützte Synchronisation im Studio

Gegen Ende der 1920er Jahre etablierte sich die Tonfilmtechnik endgültig. Damit veränderten sich die technischen Möglichkeiten der Tonaufzeichnung grundlegend und öffneten, was die exakte Synchronisation angeht, ein völlig neues Feld. Dennoch kam es damit nicht zu einer historischen Zäsur, sondern es zeigen sich etliche Kontinuitäten: Der Lichtton, bei dem Bild und Ton auf demselben Medium aufgezeichnet werden, löste zwar alle bisherigen Probleme, was die Synchronisation der *Wiedergabe* anging, auf der Seite der *Aufnahme* hingegen blieb die Synchronisierung vorerst eine Herausforderung. Aus diesem Grund waren gewisse Verfahren, die für die Wiedergabe von Live-Musik zu Stummfilmen erfunden worden waren und sich in der Praxis bewährt hatten, auch für den Tonfilm nützlich.

Da beim Tonfilm nun Bild und Ton gleichzeitig aufgezeichnet werden mussten, ergaben sich ganz neue Probleme. Für eine gute Tonaufnahme war es wichtig, dass die Darsteller·innen immer möglichst nahe an das Aufnahmemikrofon herantraten. Damit war nicht nur das Mikrofon ständig im Bild, sondern es widersprach auch dem Anspruch, dass die Darsteller·innen sich frei und möglichst natürlich bewegen sollten. Dieses Problem konnte gelöst werden, indem die Filme nachvertont wurden. Jedoch war die Nachvertonung ein zusätzlicher Arbeitsschritt, bei dem wiederum Bild und Ton synchronisiert werden mussten. Eine andere Notwendigkeit für die Nachvertonung ergab sich aus der Tatsache, dass nunmehr gesprochene Dialoge in mehreren Sprachen synchronisiert werden mussten.

Das Musik-Chronometer von Carl Robert Blum, in leicht abgewandelter Form und unter dem neuen Namen Rhythmonom, fand in der Nachvertonung von Stummfilmen und in der Synchronisation fremdsprachiger Filme eine neue Bestimmung.[99] Auch der Rhythmograph kam dabei weiterhin zum Einsatz. Er wurde nunmehr dazu verwendet, den Rhythmus der betonten und unbetonten

---

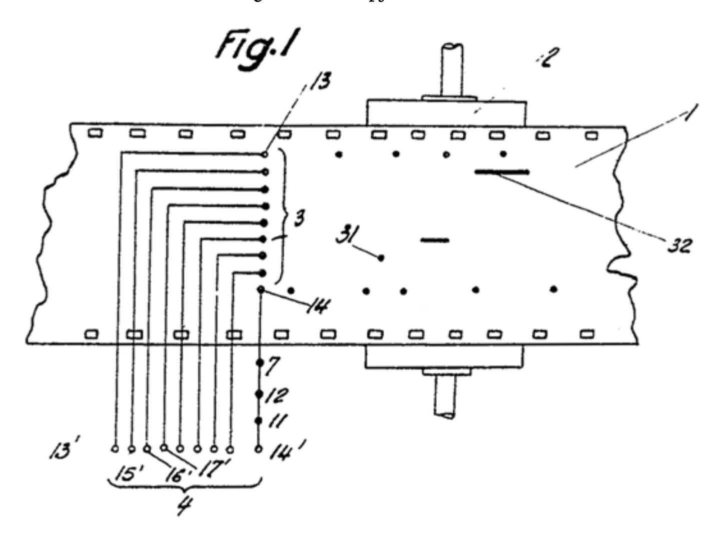
98 Paul Hindemith, *Filmmusik im Rahmen der Rundfunkkurse. Tätigkeitsbericht über das Schuljahr 1929/30*, abgedruckt in *Hindemith-Jahrbuch 1990/XIX*, S. 90–92, hier S. 91 (Fußnote 3).

99 Michael Wedel: *Vom Synchronismus zur Synchronisation. Carl Robert Blum und der frühe Tonfilm*, in: *Weltwunder der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte der Filmtechnik* 6 (2002), hg. von Joachim Polzer, S. 97–112, hier S. 108 f.

Wortstellen der Originalsprache aufzuzeichnen. Anschließend wurde auf dem Rhythmusband erst der fremdsprachige und dann der deutsche Text eingetragen. Bei der Tonaufnahme teilten die Sprecher·innen den Text zeitlich so ein, wie die Worte an der Richtmarke vorbeiliefen. Die Rhythmographie zur Synchronisation fremdsprachiger Filme fand in Deutschland bis etwa 1950 Verwendung.

Auch Charles Delacommune konnte sein System Synchro-Ciné für die Nachvertonung weiter verwenden und setzte es besonders ab 1929 zu diesem Zweck ein.[100] Dazu entwickelte er ebenfalls eine Methode zur Aufzeichnung eines Rhythmusbandes: Ein Band aus Papier oder Zelluloid wurde synchron mit dem Film abgerollt, entweder bei der Aufnahme der Bilder oder vorzugsweise bei einer Studioprojektion des Films, bei der die Wiedergabe auch mit einer langsameren Geschwindigkeit erfolgen konnte. Dieses Band, das noch in den Patentschriften von 1922 als »bande d'accompagnement« bzw. »bande de contrôle« bezeichnet wurde, hieß nun »bande d'étude«. Auf diesem Band konnten in mehreren Zeilen verschiedene Markierungen angebracht werden, indem auf Knopfdruck Stifte auf das Band abgesenkt wurden. Die Markierungen bezeichneten die Sprache (Satz-

Abbildung 2.12: Beschriftung von Delacommunes »bande d'étude«. Es gibt Markierungsvorrichtungen für die Sprache (13), für die Filmmusik (14) sowie für Geräusche (3), die durch das Betätigen von Knöpfen (4) aktiviert werden.



Quelle: Patent Nr. 708082, Französische Republik.

100 Jesús Manuel Ortiz Morales: *El synchro-ciné o ciné-pupitre de Charles Delacommune*, Diss., Universidad de Málaga, 2012, S. 345.

anfang und Satzende sowie betonte Wörter), die Musik (Stellen, die rhythmisch getroffen werden mussten, die für die Komposition der musikalischen Begleitung wichtig waren) und die Geräusche (Abb. 2.12).[101]

Mickey-Mousing

Die Umstellung auf Tonfilm ermöglichte die Koordination von Bild und Ton in einer noch nie dagewesenen Präzision. Damit öffnete sich auch ein Feld für neue ästhetische Praktiken der Verbindung von Musik und Bild. Arthur Honegger postulierte 1931, dass diese neuen Möglichkeiten der Synchronisation gestalterisch genutzt werden sollten, um eine Einheit zwischen Bild und Musik zu erzeugen:

> Le cinéma sonore ne sera lui-même que lorsqu'il aura réalisé une *union à ce point étroite entre l'expression visuelle et l'expression musicale d'un même fait qu'elles s'expliqueront et se complèteront l'une et l'autre à l'égalité.* […] Dans Mickey, il est certain *que c'est le rythme musical même qui donne naissance aux images.*[102]

Honegger bezieht sich auf die Filme mit der Zeichentrickfigur Mickey Mouse, bei denen die Musik das rhythmische Gerüst für das gesamte Bildgeschehen vorgibt. Auch heute noch ist unter dem Begriff Mickey-Mousing die Koppelung von Musik und filmischer Aktion bekannt, die aus andauernder rhythmischer Koordination, aber auch aus lautmalerischer Instrumentation oder gestischer Nachahmung – aufsteigende Tonleiter, wenn eine Figur die Treppe hinaufsteigt usw. – besteht. Vom Mickey-Mousing geht eine witzige audiovisuelle Wirkung aus; die Zeichentrickfilm-Produktionen der Disney-Studios waren die Ersten, die diesen Effekt verwendeten, andere Studios folgten bald in ähnlicher Weise nach. Der Zeichentrickfilm *Steamboat Willie* (1928), Walt Disneys dritte Produktion mit der Zeichentrickfigur Mickey Mouse, war der erste Film, bei dem die Bewegungen der Figuren in dieser Weise mit der Musik in Übereinstimmung gebracht wurden.[103]

Natürlich bot sich für eine enge rhythmische Verbindung von Musik und Bild der Zeichentrickfilm an. Da jedes Bild einzeln produziert werden musste, konnte auch der gesamte Zeitablauf des filmischen Geschehens bildgenau geplant werden. Um die Koordination von Musik und Bild sicherzustellen, waren spezifische

---

101 Patent Nr. 708082, Französische Republik, 20. Juli 1931, *Procédé et apparails pour la sonorisation des films après coup.*

102 Arthur Honegger: *Du cinéma sonore à la musique réelle*, in: Mathias Spohr (Hg.): *Swiss Film Music. Anthology 1923–2012*, Zürich: Chronos 2014, S. 149–153, hier S. 151 f. (Hervorhebungen im Original).

103 Carl Stalling erinnert sich jedoch, dass die Synchronität bei *Steamboat Willie* noch nicht einwandfrei war, »the pictures and the music seemed out of sync at times«; Mervyn Cooke (Hg.): *The Hollywood Film Music Reader*, Oxford: Oxford University Press 2010, S. 111.

Arbeitsmethoden nötig, der Ton musste von Anfang an in den Planungs- und Produktionsprozess integriert werden. Im Gegensatz zur Stummfilmbegleitung waren beim Zeichentrickfilm alle musikalischen Entscheidungen, die den Rhythmus und das Tempo betrafen, vom ersten Moment der Filmproduktion an wirksam.

In einem Artikel im *Journal of the SMPE* beschreibt William Garity die Vorgehensweise bei der Produktion von Zeichentrickfilmen.[104] Das Anschauungsbeispiel ist der Zeichentrickfilm *Santa's Workshop* (1932) aus der Reihe der *Silly Symphonies.*[105] Der erste Schritt bei der Produktion eines Zeichentrickfilms bestand darin, die Handlung auszuarbeiten und alle einzelnen Szenen, Situationen und Gags festzulegen. Regisseur und Filmmusiker arbeiteten dabei eng zusammen. Am Ende wurde die gesamte Story auf einem *layout sheet* festgehalten. Dabei machte man sich zunutze, dass die Filmgeschwindigkeit mit dem Aufkommen des Tonfilms standardisiert worden war. Somit konnte man das musikalische Tempo mit dem Standardtempo des Filmes in Beziehung setzen, indem man die Dauer der Taktschläge als Anzahl von Einzelbildern angab. Auf dem *layout sheet* in Abb. 2.13 entspricht jedes Kästchen einem ganzen Takt Musik. Am Anfang jeder Szene wird das Metrum und das Tempo der Musik angegeben: *4–12s* bedeutet vier Taktschläge pro Takt und zwölf Einzelbilder pro Taktschlag. Damit ist das Tem-

Abbildung 2.13: Layout sheet für Santa's Workshop.

Quelle: Garity, *The Production of Animated Cartoons*, S. 313.

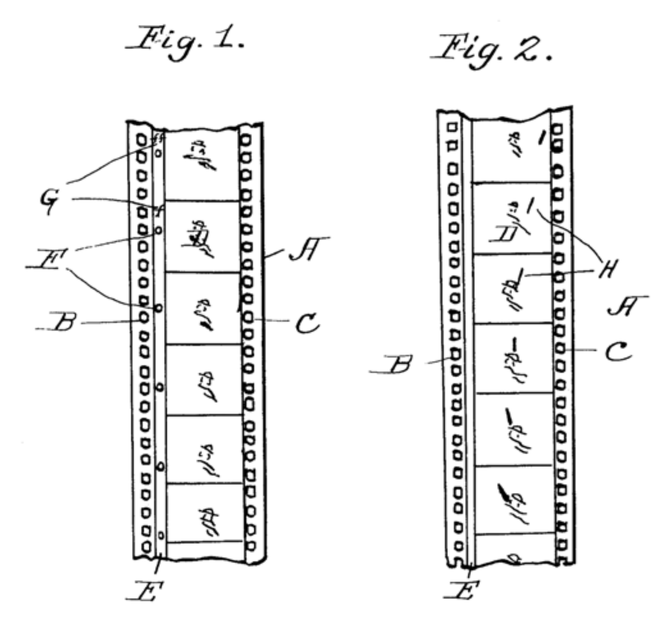
104 William Garity: *The Production of Animated Cartoons, in: Journal of the SMPE* 20 (1933), S. 309–322.

105 Die *Silly Symphonies* sind eine Reihe von 75 Zeichentrickfilmen, die von 1929 bis 1939 in den Disney-Studios produziert wurden.

po MM = 120 und die Filmlänge eines Taktes 48 Bilder. In Takt 13 ändert sich Metrum und Tempo zu *2–16s*, also zu einem Zweiertakt im Tempo MM = 90. Mit dem *layout sheet* war die gesamte Synchronisation geregelt. Wenn sich nun Regisseur und Filmmusiker jeweils an die Angaben hielten, war die Handlung auf die Musik abgestimmt und die Musik auf die Handlung.

An der Filmmusik konnte gearbeitet werden, während der Film hergestellt wurde, da es für die Tonaufnahme nicht zwingend nötig war, den fertigen Film zu sehen. Damit Bild und Ton jedoch am Ende genau montiert werden konnten, musste bei der Aufnahme der Musik das Tempo hundertprozentig eingehalten werden. Dafür drängte sich technikgestützte Tempovermittlung auf. Die erste Methode, die die Disney-Studios anwendeten, um den Ausführenden das Tempo anzuzeigen, war eine visuelle Tempoanzeige mit einem hüpfenden Punkt.[106] Dazu zeichnete man auf der Tonspur eines Filmstreifens von Hand bei jedem Bild

Abbildung 2.14: Fig. 1: Auf der Tonspur (E) eines Film wird ein Punkt (F) eingezeichnet, dessen Entfernung vom Bildstrich sich so verändert, dass das Tempo als hüpfende Bewegung angezeigt wird. Zusätzliche Informationen, z. B. die Dynamik, können ebenso angegeben werden (G). Fig. 2: Eine Alternative dieser Methode, bei der die Bewegung eines Taktstocks (H) aufgezeichnet wird.



Quelle: Patent Nr. 1913048, Vereinigte Staaten.

106 Patent Nr. 1913048, Vereinigte Staaten, 6. Juni 1933, *Method of and means for scoring motion pictures.*

einen Punkt (oder eine andere Markierung) ein. Für jeden Punkt wurde der Abstand zum unteren Rand des Bildes so gewählt, dass sich beim Abspielen des Film die Illusion einer hüpfenden Bewegung ergab, die das Tempo anzeigte. Die Patentschrift erwähnt als Alternative, dass auch das Winken eines Taktstocks aufgezeichnet werden könne (Abb. 2.14).

Die Methode mit dem hüpfenden Punkt und auch noch eine weitere, bei der eine quer über das Bild gezeichnete, sich im Takt wellenförmig bewegende Linie das Tempo anzeigte, wurden nach einer kurzen Versuchsphase wieder aufgegeben. Es war eine andere Methode, die sich schließlich in der Praxis bewährte, sie war »as nearly fool-proof as any system could be«.[107] Bei dieser neuen Methode wurden ein Metronomticken über Kopfhörer an die Ausführenden übertragen. Damit war der Click-Track geboren. Carl Stalling verwendete ihn erstmals für *The Skeleton Dance*, eine 1929 produzierte *Silly Symphony*. Er erinnert sich, dass dazu »tick sounds« für verschiedene Tempi – alle acht Bilder, alle zehn Bilder, alle zwölf Bilder – aufgezeichnet und von einem Phonographen bei der Tonaufnahme für die Filmmusik abgespielt wurden.[108] Später ging man dazu über, auf der Tonspur eines Filmes Markierungen anzubringen, die beim Durchlaufen des Lichtton-Apparats Tonsignale erzeugten.[109] Dieses Verfahren war weniger aufwendig als die Herstellung der Animation für einen hüpfenden Punkt. Dass man nicht von Anfang an auf diese Lösung kam und sich zuerst an Verfahren versuchte, die das Tempo visuell vermittelten, mag damit zu tun haben, dass visuelle Zeichen eine gewisse Ähnlichkeit zu Dirigierfiguren haben und damit der vertrauten musikalischen Praxis näher kommen.

In Szene Nr. 1 von *Santa's Workshop* putzen die Zwerge den Schlitten; die Besen bewegen sich 16 Bilder hin, 16 Bilder her (vgl. die Angabe *2–16s* auf dem *layout sheet* in Abb. 2.13). Solche repetitiven Animationszyklen, um Bewegung und Rhythmus zusammenzubringen, wirken simpel im Vergleich zur den raffinierten und viel charakteristischeren Animationen der Charaktere, die Disney wenige Jahre später entwickelte. Im historischen Kontext jedoch zeigt sich die Bedeutung, die diese Gestaltungsweise im Übergang zum Tonfilm hatte: Man muss sie als »Synchronisationsexperiment« verstehen, das die neu erschlossenen technischen Möglichkeiten zur Schau stellte. Gegenüber der lockeren und lückenhaften Synchronität der Stummfilmbegleitung war das Mickey-Mousing eine Innovation.[110]

Für den Realfilm konnten die Zeichentrickfilme aufgrund ihrer besonderen Produktionsprozesse kein unmittelbares Vorbild sein. Trotzdem eigneten sich

107 Garity: *The Production of Animated Cartoons*, S. 321.

108 Cooke (Hg.): *The Hollywood Film Music Reader*, S. 110.

109 Patent Nr. 1919364, Vereinigte Staaten, 25. Juli 1933, *Method of and means for scoring motion pictures*.

110 Lea Jacobs: *Film Rhythm After Sound. Technology, Music, and Performance*, Oakland: University of California Press 2015, S. 65.

Filmkomponisten die Ästhetik des Mickey-Mousing an und wendeten sie teilweise auch im Realfilm an. Der österreichisch-amerikanische Filmmusikkomponist Max Steiner (1888–1971) perfektionierte das Prinzip, die Musik genau der Leinwandaktion anzupassen:

> I like to term my method – facetiously, of course – the ›Mickey Mouse‹ type; that is, I permit myself to be dominated by the story and the characters, and synchronize the music to them. This story is based on a sound psychology that underlies all my efforts; and that is that the ear must hear what the eyes see, or else it is disturbing.[111]

Steiners Vorliebe für diese manchmal auch als *catching the action* bezeichnete Technik trug ihm gelegentlich heftige Kritik ein.[112] Jean Cocteau bezeichnete das Mickey-Mousing als die bei Weitem vulgärste Filmmusiktechnik, die alles erstarren lasse und keinerlei interpretatorisches Spiel ermögliche.[113] Auch bei Animationsfilmen ist die enge Verbindung von Bewegung und Musik heute seltener zu finden, nur bei Kinderfilmen wird das Mickey-Mousing nach wie vor gerne verwendet. Als Erscheinung, die mit der Einführung des Tonfilms in Zusammenhang steht, ist das Mickey-Mousing ein Beispiel dafür, wie eine technische Neuerung eine ästhetische Reaktion hervorrufen kann.

Click-Track

Als Click-Track bezeichnet man ein mit dem Film synchronisiertes Metronomsignal. Dieses wichtige Hilfsmittel ist immer dann von entscheidender Bedeutung für die Filmvertonung, wenn für eine Sequenz große rhythmische Genauigkeit erfordert wird. Ursprünglich wurde dazu in regelmäßigen Abständen auf der Tonspur des Films die Beschichtung freigekratzt oder durchgestanzt, was beim Durchlaufen des Lichtton-Apparats rhythmische Knackgeräusche erzeugte (Abb. 2.15). Aufgrund dieser Herstellungsmethode wurde das Tempo nicht in Schlägen pro Minute angegeben, sondern als Anzahl der zwischen zwei Clicks liegenden Einzelbilder. Ein 35mm-Film weist vier Perforationslöcher *(sprockets)* pro Einzelbild auf. Daran konnte man sich orientieren und die Genauigkeit des Clicks auf *half sprockets*, also auf 1/8 eines Bildes, festlegen. Max Steiner war der erste, der den Click-Track im Realfilm verwendete, erstmals für den Film *The Informer* (1935).

---

111 CD-Booklet: Max Steiner, *The RKO Years*. A Brigham Young Film Music Production, 2002. FMA. MS110; zit. nach Peter Wegele: *Der Filmkomponist Max Steiner* (1888–1971), Wien: Böhlau 2012, S. 61.

112 Cooke (Hg.): *The Hollywood Film Music Reader*, S. 56.

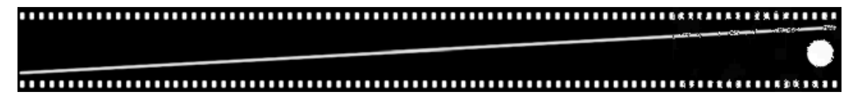
113 Vgl. Mervyn Cooke, Art. *Film Music, in: Grove Music Online*, 2001, https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.09647.

Abbildung 2.15: Perforation für den Click-Track auf dem Filmstreifen. Die Dreifachperforation erzeugt eine Betonung, somit ergeben sich hier die metrischen Gewichte für einen 3/4-Takt.



Außer dem Click-Track waren noch weitere Synchronisationshilfen gebräuchlich: Um eine bestimmte Stelle im Film zu markieren, wurde ein Punch verwendet, eine Perforation des Bildes, die als kurz aufblitzender Punkt sichtbar wurde. Ein Streamer, eine quer über den Film geritzte oder mit Fettstift aufgezeichnete Linie, die bei der Projektion einen vertikalen, sich allmählich von links nach rechts über das Bild bewegenden Strich erzeugte, diente dazu, einen kommenden Synchronisationspunkt anzukündigen (Abb. 2.16).[114] Der Unterschied zum Click-Track liegt darin, dass immer nur ein einzelner Synchronisationspunkt angezeigt wird. Beim Click-Track wird ein Tempo angegeben – nur hier kann man von technikgestützter Tempovermittlung reden – und damit eine länger andauernde Synchronisation erreicht.

Abbildung 2.16: Streamer und Punch



Der Arbeitsprozess des Filmmusikkomponisten sah anders aus als beim oben geschilderten Zeichentrickfilm. Es war nicht die Musik, die dem Film den Rhythmus vorgab, sondern die Musik passte sich dem Film an; es handelte sich um *postscoring.* Nachdem das Tempo der Musik, die zu einer Sequenz erklingen sollte, festgelegt war, konnte bestimmt werden, wie viele Clicks die Sequenz insgesamt unfasste und bei welchen Clicks ein Akzent oder eine musikalische Veränderung stattfinden sollte. Diese Struktur konnte in einem *click sheet* festgehalten werden und die Musik wurde danach komponiert. Sich an dieses vorgegebene zeitliche Gerüst zu halten und dennoch fließend klingende Musik zu komponieren, gehörte zum guten Handwerk, wie Steiner schildert, der selbst viel mit Click-Tracks arbeitete:

> The difficulty that arises for a man not used composing this way, obviously, is to make his composition sound natural and at the same time, write against these clicks. Some of my colleagues are not able to write or to think this way. It took me

114 Solche visuellen Zeichen sind noch im Gebrauch, werden heute jedoch von Computerprogrammen erzeugt.

> some time before I learned to do it, but I finally licked it. I used it most effectively for the first time in GONE WITH THE WIND [...] I would say 70 % of the pictures for which I compose [...] were written with the aid of a click track [...].[115]

Die Notwendigkeit, einen Click-Track zu verwenden, wurde jedoch nicht ausschließlich auf die zu erreichende Bild-Ton-Ästhetik zurückgeführt, es gab dafür auch ökonomische Gründe. Da die Kosten der Musikproduktion von der Größe des Orchesters und der Dauer, für die man die Orchestermusiker·innen verpflichten musste, abhingen, war es erstrebenswert, mit der Tonaufnahme möglichst zügig voranzukommen. Max Steiner erinnert sich: »The click track [...] is also the reason for my orchestra budget usually being lower than it originally figures. The click track has proven effectual in some of the biggest jobs with large orchestras«.[116]

Der Click-Track, der heute elektronisch generiert wird, ist als Synchronisationswerkzeug zu einem Standardverfahren geworden. Neben der Koordination von Bild und Musik ermöglicht seine Verwendung bei der Tonaufnahme eine einfachere Bearbeitung in einer digitalen Audio-Workstation (DAW), da verschiedene Teile leicht verschoben oder aus verschiedenen Takes zusammengefügt werden können. Zudem ist es möglich, MIDI-gesteuerte Instrumente mit akustisch gespielten Instrumenten zu kombinieren.

* * *

Im Zusammenhang mit dem Film war es immer wieder nötig, Musiker·innen zum Ablauf des Bildes zu synchronisieren. Diese Notwendigkeit brachte etliche Apparate und Verfahren hervor. Besonders bei den frühen Verfahren der 1910er Jahre zeigt sich eine große Bandbreite, in der sich nicht nur Erfindergeist widerspiegelt, sondern auch die Tatsache, dass jede Produktionsfirma ein eigenes Verfahren entwickeln musste, um die Patente der Konkurrenzfirmen zu umgehen. Viele dieser Verfahren waren umständlich und fehleranfällig und es wurden im Verhältnis nur wenige Filme damit gedreht. Auch war die Synchronisation, die mit diesen frühen Verfahren erreicht werden konnte, von einer nachlässigen Genauigkeit. Erst in dem Moment, als Bild und Ton auf demselben Medium aufgezeichnet werden konnten, war eine perfekte zeitliche Übereinstimmung möglich. Dadurch wurde es wiederum nötig, die Verfahren der Tempovermittlung ebenfalls auf diese Genauigkeit zu bringen. Der Click-Track konnte dies leisten. Die Möglichkeiten der bildgenauen Synchronisation wirkten sich auch auf die Musik

---

115 Max Steiner, *Notes To You*, (Unpublished Autobiography. Max Steiner Collection), S. 199, zit. in Wegele: *Der Filmkomponist Max Steiner* (1888–1971), S. 27.

116 Ebd.

aus und schlugen sich in der von rhythmischer Koordination besessenen Ästhetik des Mickey-Mousing nieder.

Die Komponisten der Neuen Sachlichkeit interessierten sich für Themen der Gegenwart, wozu auch technische Errungenschaften und die aufstrebenden Medien wie Rundfunk und Film zählten. Von technisch reproduzierter oder ›mechanischer Musik‹ und dem damit verbundenen objektiven Kompositionsideal ging eine Faszination aus. Prominent in Erscheinung trat dies bei den Musikfesten in Baden-Baden. 1926 und 1927 gab es je einen Programmteil mit Kompositionen für ›mechanische Instrumente‹ und von 1927 bis 1929 fand in jedem Jahr ein Konzert statt, das sich dem Thema Film und Musik widmete. In der Verwendung von Techniken, die für die Filmproduktion entwickelt worden waren (Triergon-Verfahren, Musik-Chronometer) kam es zu einer kurzfristigen Annäherung an das kommerzielle Kino. Nach 1929 trennten sich die Wege wieder. Die Filmindustrie sah keine Notwendigkeit – d. h. keinen Publikumsbedarf – für solche Experimente und zeigte kein weiteres Interesse.

Mit der historischen Zäsur durch die Nazi-Zeit und den Zweiten Weltkrieg gingen die Erkenntnisse aus dieser Annäherung vergessen. Die Nachkriegsavantgarde griff nicht auf die Synchronisationsverfahren der Filmmusik zurück. Dabei wäre gerade im Zusammenhang mit elektroakustischer Musik und der Aufführung von Musik mit Tonbandzuspiel das Verfahren des Click-Tracks durchaus anschlussfähig gewesen. Stattdessen wurden zunächst andere, ›ungenauere‹, auf menschlichem Anpassen und Reagieren basierende Strategien der Koordination verwendet. Erst viel später wurde der Click-Track das Standardverfahren zur Synchronisation von Interpret·innen zu einem Medienzuspiel.

3. Synchronisation ohne Sichtkontakt: Hector Berlioz und das *métronome électrique*

> Cinq sous-chefs recevant mon mouvement par les fils électriques [...]. L'ensemble fut merveilleux.
> *Hector Berlioz*[1]

Zwei Mal im Jahre 1855, einmal im Frühling und einmal im Herbst, verwendete Hector Berlioz für einige Konzerte ein *métronome électrique*, eine elektrische Apparatur, die den Taktschlag seines Dirigats an Musiker·innen hinter der Bühne oder an entfernt aufgestellte Hilfsdirigenten übermittelte. Das Prinzip dieser Apparatur entsprach dem der Telegrafie. Da er im selben Jahr auch an der erweiterten, zweiten Ausgabe seiner Instrumentationslehre arbeitete, dem *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes* (fortan als *Traité* bezeichnet), fand diese Apparatur auch dort Erwähnung: Sie wird in dem für die Neuausgabe hinzugefügten Kapitel *Le chef d'orchestre* eingehend beschrieben.

Berlioz' Begeisterung für das *métronome électrique* flammte schnell auf, nicht zuletzt auch deshalb, weil er eine eigene Idee verwirklicht fand, die er schon Jahre zuvor in einer utopischen Novelle angedeutet hatte. Ebenso rasch verlosch die Begeisterung auch wieder: Es kam in den nachfolgenden Jahren zu keinen weiteren Konzerten, bei denen Berlioz dieses Hilfsmittel zur technikgestützten Übermittlung des Taktschlags verwendete. Erst 1861 griff er noch einmal für eine Neuinszenierung von Glucks *Alceste* an der Pariser Opéra auf ein *métronome électrique* zurück. Es handelte sich bei Berlioz' Verwendungen dieser Apparatur also um punktuelle Ereignisse. Dass sie trotzdem einigermaßen gut dokumentiert sind, liegt daran, dass er ein prominenter Komponist war und es sich bei diesen Konzerten um große Anlässe handelte, die auch ein entsprechendes Echo in der Presse nach sich zogen. Es liegt aber auch daran, dass Berlioz selbst viel schrieb und publizierte und damit zahlreiche schriftliche Zeugnisse hinterlassen hat.

Zum 19. Jahrhundert gehört die industrielle Revolution, der Aufstieg der Naturwissenschaften und ein rasanter technischer Fortschritt. Errungenschaften

1 Hector Berlioz: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, hg. von Peter Bloom, Paris: Vrin 2019, S. 805.

wie die Elektrizität und die Telegrafie prägten das gesellschaftliche Leben dieser Zeit. Sie waren neu und aufregend und es ist nicht verwunderlich, dass sie in verschiedenen Bereichen Anwendung fanden, auch in solchen für die musikalische Praxis. Somit war Berlioz auch nicht der Einzige, der ein *métronome électrique* verwendete. Die Zeit war reif für die Entwicklung einer solchen Apparatur und so tauchte sie in unterschiedlichen Spielarten an verschiedenen Orten auf.

Zum 19. Jahrhundert gehört aber auch die Epoche der Romantik. Die fortschreitende Industrialisierung und Mechanisierung der Welt übte nicht nur Faszination aus, sondern beängstigte die Menschen und führte zu einem Gefühl der Entfremdung, auf das mit der Flucht in eine Gegenwelt der Emotion, der Melancholie und der Phantasie reagiert wurde. Zudem blieben im Europa des 19. Jahrhunderts nach wie vor alte, vorindustrielle und vorbürgerliche Kräfte wirksam, wie Arno Meyer darlegt. Dies manifestierte sich insbesondere auch darin, dass das kulturelle Establishment weiterhin in Konventionen und Traditionen verankert blieb.[2] Das mag auch die Erklärung liefern, weshalb eine auf die technische Avantgarde bezugnehmende Apparatur wie das *métronome électrique* so verschwindend selten verwendet wurde oder weshalb – außer bei Berlioz – kaum Dokumente für ihre Verwendung zu finden sind.

3.1 Berlioz und die Naturwissenschaft

Berlioz war naturwissenschaftlich interessiert und offen gegenüber technischen Neuerungen. Dieser Wesenszug prägte sich schon in jungen Jahren aus. 1821 verließ Er La Côte Saint-André, den Ort, an dem er seine Kindheit und Jugend verbracht hatte, und reiste nach Paris, um dort auf Wunsch seines Vaters ein Studium an der *Faculté de Médecine* der *Université Royale de France* aufzunehmen. Für die Medizin konnte sich Berlioz nur wenig erwärmen, aber er besuchte im Rahmen seines Studiums Kurse in Physik, die einen nachhaltigen Eindruck auf ihn hinterließen: »Bientôt les leçons de Thénard et de Gay-Lussac qui professaient, l'un la chimie, l'autre la physique au Jardin des Plantes, [...] m'offrirent de puissantes compensations; je trouvai à les suivre un charme très-vif et toujours croissant.«[3] Im Januar 1824 erlangte er den *bachelier-ès-sciences physiques*, ein Vordiplom, das ihm die Fortsetzung des Studiums ermöglicht hätte, doch die Musik bekam in

2 Arno Mayer: *The Persistence of the Old Regime*, London: Verso 2010, S. 189 ff.

3 Berlioz: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, S. 155. »Bald boten mir die Vorlesungen von Thénard und Gay-Lussac, die Chemie bzw. Physik im Jardin des Plantes unterrichteten [...] einen Ausgleich von mächtiger Anziehungskraft; ich verfolgte sie fasziniert und mit stetig wachsendem Interesse.« Hector Berlioz: Memoiren, Kassel: Bärenreiter 2007, S. 69.

seinem Leben eine immer stärkere Bedeutung, sodass er sich im selben Jahr dazu entschloss, das Medizinstudium zu Gunsten der Musik abzubrechen.[4]

Auch wenn sich Berlioz schließlich der Musik zuwandte, seine Faszination für die Wissenschaft blieb bestehen und beflügelte seine Imagination, wie Joël-Marie Fauquet ausführlich darlegt.[5] In Berlioz' Schriften finden sich viele metaphorische Verwendungen naturwissenschaftlicher Terminologien. Dazu soll eine Textstelle aus À travers chants als Beispiel dienen: Es wirke sich ungünstig aus, so Berlioz, wenn die Opernhäuser *(théâtres lyriques)* zu groß seien, weil die Musik weit entfernte Zuhörer·innen nicht ergreifen und rühren könne. Dazu benennt er die unbekannte Ursache für die musikalische Emotion kurzerhand als »musikalisches Fluidum«, das die Eigenschaft habe, ab einem gewissen Abstand seine Kraft zu verlieren, und bildet eine Analogie zum elektrischen Fluidum, das ebenfalls nicht imstande sei, eine Distanz zu überwinden, die mehr als soundso viel tausend Meilen misst.[6]

Berlioz' Interesse an technischen Apparaten zeigt sich in seiner Haltung zu Mälzels Metronom, von dessen Zweckmäßigkeit er im Gegensatz zu einigen seiner Zeitgenossen überzeugt war. Für ihn war das Metronom ein Instrument, mit dem sich musikalische Tempi in objektiver Weise festhalten ließen. In seinen Memoiren schildert Berlioz eine amüsante Episode, in der Felix Mendelssohn das Metronom ein überflüssiges Instrument und den Musiker, der beim Anblick eines Stücks nicht sofort das Tempo errät, einen Schafskopf nennt. Als Mendelssohn später einmal eine Partitur von Berlioz studiert und diesen bittet, das Tempo anzugeben, kann es sich Berlioz nicht verkneifen, Mendelssohn seine eigene Aussage vorzuhalten, dass doch jeder Musiker, der das Tempo nicht sofort errate, ein Schafskopf sei.[7] Auch ein Abschnitt des Kapitels *Le chef d'orchestre* im *Traité* beschreibt den Nutzen des Metronoms. Berlioz erwähnt dort, wie wichtig das Tem-

---

4 Den naturwissenschaftlichen Hintergrund teilt Berlioz auch mit anderen, der Technik zugewandten Komponisten, vgl. Kapitel 1, Fußnote 14.

5 Joël-Marie Fauquet: *L'imagination scientifique de Berlioz*, in: Joël-Marie Fauquet/Catherine Massip/Cécile Reynaud (Hg.): Berlioz: *textes et contextes*, Paris: Société française de musicologie 2011, S. 167–180.

6 Im Original: »Quelques savants pensent que le fluide électrique est impuissant à parcourir un espace plus grand qu'un certain nombre de milliers de lieues; j'ignore s'il en est ainsi, mais je suis sûr que le fluide musical (je demande la permission de désigner ainsi la cause inconnue de l'émotion musicale) est sans force, sans chaleur et sans vie à une certaine distance de son point de départ.« Hector Berlioz: *A travers chants. Études musicale, adoration, boutades et critiques*, Paris: Michel Lévy frères 1862, S. 92.

7 Berlioz: *Memoiren*, S. 346. Im Original: »Un musicien qui, à l'aspect d'un morceau, n'en devine pas tout d'abord le mouvement, est une ganache.« Und Berlioz' Retourkutsche: »Ne m'avez-vous pas dit hier que tout musicien qui, à l'aspect d'un morceau, n'en devinait pas le mouvement, était une ganache?« Berlioz: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, S. 524.

po sei, um den Charakter der Musik richtig darzustellen, weshalb der Dirigent die Metronomangaben berücksichtigen und gut studieren müsse. Auch wenn die starre Regelmäßigkeit des Tempos nicht nachgeahmt werden solle, sei das Metronom trotzdem ein ausgezeichnetes Mittel, um das Anfangstempo und die wichtigsten Tempoänderungen eines Stückes kennenzulernen. Habe der Dirigent keine Instruktionen bekommen, weder vom Urheber selbst noch durch Überlieferung, und stehe keine Metronomangabe, wie das gerade bei den Meisterwerken der Fall sei, die vor der Erfindung des Metronoms komponiert wurden, dann müsse er sich auf seinen Instinkt und sein Stilgefühl verlassen. Diesen Instinkt hält Berlioz für »vage« und bemerkt, dass er oft trügerisch sei und zu Fehlgriffen führen könne, wie sich ihm in etlichen Aufführungen gezeigt habe.[8]

Interessant im Bezug auf Berlioz' Haltung zum Metronom ist sein widersprüchlicher Umgang mit Metronomangaben als Komponist. Hugh Macdonald legt dar, dass Metronomangaben in Berlioz' Werken vorkommen, in seinen Autographen aber sehr selten zu finden sind, und folgert, dass sie erst für die Publikation und möglicherweise nicht einmal von ihm selbst hinzugefügt wurden. Zudem findet Macdonald etliche Inkonsequenzen, fragwürdige Tempi, in späteren Ausgaben veränderte Tempi und offensichtliche Druckfehler.[9] Eine ähnliche Diskrepanz zeigt sich auch in Bezug auf das *métronome électrique*. Berlioz empfahl dessen Verwendung zwar eindringlich, nutzte es aber selbst nur in ein paar wenigen Fällen.

Euphonia oder die musikalische Stadt

Wie eine Gesellschaft aussehen könnte, deren Leben durch Technik und angewandte Wissenschaften geprägt ist, entwarf Berlioz in seiner futuristischen Novelle *Euphonia*. Sie wurde 1844 erstmals publiziert, verteilt auf mehrere Nummern der *Revue et gazette musicale de Paris*, und 1852 mit kleinen Änderungen als fünfundzwanzigster »Abend« der *Soirées de l'orchestre* wiederveröffentlicht. Die Erzählung spielt im Jahr 2344, wurde von Berlioz also exakt 500 Jahre in die Zukunft gesetzt.[10] Die Geschichte beginnt als Briefwechsel zwischen Xilef und Shetland, zwei Komponisten aus der fiktionalen deutschen Stadt Euphonia. Xilef sucht in

8 Hector Berlioz: *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes, nouvelle édition revue, corrigée, augmentée de plusieurs chapitres sur les instruments récemment inventés, et suivie de ›L'art du chef d'orchestre‹*, Paris: Schonenberger 1855, S. 300.

9 Hugh Macdonald: *Berlioz and the metronome*, in: Peter Bloom (Hg.): *Berlioz Studies*, Cambrigde: Cambridge University Press 1992, S. 17–36.

10 Durch diesen offensichtlichen numerischen Bezug zum Jahr der Publikation wird die Beziehung zur Gegenwart hervorgehoben. Dieses Muster lässt sich auch bei anderen in der Zukunft angesiedelten Erzählungen finden, z. B. bei George Orwells Roman *1984*, der im Jahr 1948 publiziert wurde.

Italien nach guten Sängern, aber die musikalische Kultur, die er dort vorfindet, ist ihm ein Gräuel: In der italienischen Gesellschaft ist die Musik zu einem völlig wert- und würdelosen Kommerzprodukt verkommen. Er ist frustriert, insbesondere auch, weil er seine Verlobte Mina in Paris zurücklassen musste. Unvermittelt geht der Text als Theaterstück weiter. Mina sitzt gelangweilt in ihrem Salon in Paris und entschließt sich, Xilef zu verlassen, nach Euphonia zu reisen und dort beim Gluck-Fest zu singen. Diese Entscheidung erweckt das Wohlgefallen ihrer Mutter, die den Verlobten ihrer Tochter schon immer für eine schlechte Partie gehalten hat und sich nun freut, dem Unglücklichen die Auflösung der Verlobung schriftlich bekannt zu geben. Im nun folgenden dritten Brief schildert Shetland, dass eine unbekannte Sängerin in Euphonia aufgetaucht sei. Es ist Mina, die sich als eine österreichische Sängerin mit dem Namen Nadira ausgibt. Mit einer Arie aus Glucks *Alceste* gewinnt sie nicht nur die Herzen der Euphonier, sondern auch Shetlands Liebe. Die beiden werden ein Paar. Als Xilef bei seiner Rückkehr nach Euphonia Mina sieht und entdeckt, dass sie nicht nur ihn betrogen hat, sondern nun auch Shetland mit anderen Männern betrügt, denkt er sich eine furchtbare Rache aus. Er überredet Shetland, ein gigantisches Tasteninstrument sowie einen Pavillon aus Eisen zu kaufen und seiner Geliebten als Geschenk zu überreichen. Nadira ist entzückt und weiht den Pavillon mit einem Ball ein, zu welchem Shetland auf dem Riesenpiano Tanzmusik improvisiert. Insgeheim hat Xilef in Auftrag gegeben, dem Pavillon einen besonderen Mechanismus beizufügen: Auf Knopfdruck beginnt er sich zu drehen und immer enger zu werden, sodass Nadira und ihre Gäste allmählich zerquetscht werden. Dann nimmt Xilef sich das Leben, Shetland wird wahnsinnig und stirbt zwei Tage später und ganz Euphonia trauert.

In dieser Geschichte bringt Berlioz nicht nur in satirischer Form seine Geringschätzung der italienischen Musik zum Ausdruck, sondern er verarbeitet auch ein persönliches Liebesdrama. Die Pianistin Marie-Félicité-Denise Moke (bekannt als Camille Moke) war 1830 mit Berlioz verlobt. Aufgrund der Mittellosigkeit des jungen Komponisten gab Camilles Mutter die Verlobung ihrer Tochter mit einem anderen bekannt, während Berlioz sich in Italien aufhielt. Moke heiratete 1831 den Klavierfabrikanten Camille Pleyel, den Sohn des Komponisten Ignaz Josef Pleyel. Berlioz hatte Rachephantasien, wie er in Kapitel XXXIV seiner Memoiren, einer tragisch-komischen, aber hinreißend schmissig erzählten Episode, festhält: Er wollte, verkleidet als Zofe, Camille, ihre Mutter und den neuen Verlobten erschießen und sich anschließend selbst umbringen.[11]

Die Beschreibung der Stadt Euphonia ist als retardierendes Moment gegen Ende der Novelle eingeschoben, in dem Moment, als Xilef gerade den Brief von Minas Mutter erhalten hat, vor Wut bebt und Rache zu nehmen gedenkt. Euphonia ist eine deutsche Kleinstadt, am Rande des Harzes gelegen. Ihre Einwohner

11 Berlioz: *Memoiren*, S. 184–192.

beschäftigen sich ausschließlich mit Musik, sie durchlaufen von Kindesbeinen an eine ebenso breite wie intensive musikalische Ausbildung. Alle Euphonier sind Instrumentalist·innen und Sänger·innen oder sie widmen sich dem Instrumentenbau, dem Notendruck oder der Erforschung physikalischer Phänomene der Schallerzeugung. Euphonia wird militärisch regiert und ist einem despotischen Regime unterworfen, was sich in der perfekten Ordnung der musikalischen Ausbildung zeigt und zu wunderbaren künstlerischen Ergebnissen führt.

Euphonia ist geprägt von Berlioz' erster Reise nach Deutschland in den Jahren 1842–43 und besonders von der Stadt Braunschweig, die bei ihm einen ausgesprochen positiven Eindruck hinterlassen hatte. In seinen Memoiren schildert er, dass er in Deutschland Disziplin und Aufmerksamkeit angetroffen habe, verbunden mit ehrlichem Respekt vor dem Maestro.[12] Seine Bewunderung für die deutschen Orchester kommt auch später nochmals in überschwänglicher Weise in einem Brief zum Ausdruck: »Mon dieu, quel orchestre! comme il comprend! quelles nuances!… quel coloris!… J'en fais ce que je veux; il me semble que c'est moi qui chante par sa voix …«[13] So wie Berlioz in seiner Novelle die akribischen, von tiefem Verständnis für die Intentionen des Komponisten getragenen Chor- und Orchesterproben der Euphonier beschreibt, kommt die Frustration zum Ausdruck, die er als Dirigent bei der Einstudierung eigener Werke immer wieder aushalten musste. In der Schilderung von Gebäuden, die zwanzigtausend Zuhörer und zehntausend Interpreten aufnehmen können, lässt Berlioz seinem Hang zu monumentalen Besetzungen freien Lauf und phantasiert die dafür nötige Infrastruktur herbei.

Das Signal für die Arbeitszeiten und die Mahlzeiten wird in Euphonia durch eine gigantische, dampfgetriebene Orgel gegeben, die auf der Spitze eines Turms steht und deren Klang aus vier Meilen Entfernung gut zu hören ist. Hier verweist Berlioz auf Innovationen seiner Zeit: Die Turmorgel schreibt er Adolphe Sax zu und ihre Nachrichten, die nur von den Euphoniern verstanden werden, sollen eine Weiterentwicklung der von Jean-François Sudre entwickelten musikalischen Sprache *Telephonie*[14] sein. Die Euphonier verfügen auch über Telegrafie, mit welcher der Dirigent den Ausführenden Zeichen geben kann, ob sie laut oder leise diesen oder jenen Akkord hören lassen sollen; oder dass dieses oder jenes klassische Stück von

12 Ebd., S. 313.

13 Brief Nr. 1716 an Baron Donop, 31. März 1854, Hector Berlioz: *Correspondance générale. IV. 1851–1855*, hg. von Pierre Citron et al., Paris: Flammarion 1983, S. 490. »Mein Gott, was für ein Orchester! Wie es versteht! Welche Nuancen!… Welches Kolorit!… Ich kann mit ihm machen, was ich will; es scheint mir, dass ich es bin, der mit seiner Stimme singt.« (Übersetzung des Autors).

14 Dies bezieht sich auf *Solresol*, eine synthetische Sprache, die auf den sieben Solmisationsilben aufbaut und damit ermöglicht, sowohl verbal wie auch mit Tonhöhen zu kommunizieren. Sudre begann dieses Kommunikationssystem ab 1817 zu entwickeln, 1828 schlug er sie dem Institut de France vor. Das Kriegsministerium zeigte Interesse und führte Versuche mit einem Signalhorn durch. Sudre benannte 1829 seine musikalische Sprache in *Telephonie* um.

allen gemeinsam, von einer kleiner Gruppe oder crescendierend, indem die verschiedenen Gruppen nacheinander einsetzen, vorgetragen werden soll.[15] Dies ist die Stelle, an der Berlioz die Funktionsweise des *métronome électrique* voraussagt. Eine Gelegenheit, dieses telegrafische Dirigat in die Realität umzusetzen – nicht in der Ausführlichkeit, wie in der Novelle geschildert, sondern in bescheidenerem Ausmaße auf den Taktschlag beschränkt – ergab sich elf Jahre später.

3.2 Das Jahr 1855

Im März 1855 reiste Berlioz nach Brüssel, es war seine zweite Reise nach Belgien, die erste hatte 1842 stattgefunden. Er war Ende 1854 vom Direktor des Théâtre de la Monnaie eingeladen worden, im Februar drei Konzerte zu geben, doch dieses Theater brannte im Januar 1855 vollständig ab. Glücklicherweise ließ sich rasch ein Ausweichort finden und die drei Konzerte fanden am 17., 22. und 27. März 1855 im Théâtre du cirque statt. An allen drei Daten wurde *L'enfance du Christ* aufgeführt, ein dreiteiliges Oratorium *(trilogie sacrée)* von Berlioz, zu dem er selbst das Libretto basierend auf Erzählungen des Neuen Testaments verfasst hatte. In diesem Werk setzt Berlioz einen räumlichen Klangeffekt ein. Sopran und Alt befinden sich »hinter der Szene, in einem dem Orchester nahen Saale bei offener Tür«,[16] zusammen mit dem Orgel oder Harmonium spielenden Chorleiter. In der letzten Szene des ersten Teils singen sie als unsichtbarer Engelschor im Dialog mit Maria und Joseph auf der Bühne. Durch die Fernwirkung des Klangs kommt Entrückung zum Ausdruck, für die letzten fünf Takte des Chors soll sogar noch die Tür zum angrenzenden Saal geschlossen werden, um den Klang noch weiter entschwinden zu lassen.[17] Je ganz am Ende des zweiten und dritten Teils tritt der unsichtbare Engelschor, der nunmehr auf 4 Sängerinnen pro Stimme reduziert ist, nochmals kurz in Erscheinung und singt »Alleluja«, bzw. »Amen«.

Erst für die Aufführungen in Brüssel verwendete Berlioz ein technisches Hilfsmittel, um den entfernten Engelschor zu synchronisieren. Dazu konstruier-

---

15 Im Original: »Ils possèdent aussi la télégraphie, et les directeurs des répétitions n'ont à faire qu'un simple signe avec une ou deux mains et le bâton conducteur, pour indiquer aux exécutants qu'il s'agit de faire entendre, fort ou doux, tel ou tel accord suivi de telle ou telle cadence ou modulation, d'exécuter tel ou tel morceau classique tous ensemble, ou en petite masse, ou en crescendo, les divers groupes entrant alors successivement.«

16 Im Original: »Derrière la scène, dans un salon voisin de l'orchestre et dont la porte est ouverte.« Anmerkung in der Partitur zu Beginn von Szene VI, Hector Berlioz: *L'enfance du Christ*, hg. von David Lloyd-Jones, Kassel: Bärenreiter 1998 (Hector Berlioz New Edition of the Complete Works, Volume 11), S. 90.

17 Im Original: »On ferme ici la porte du salon.«, Anmerkung in der Partitur gegen Ende von Szene VI, Takt 72, ebd., S. 97.

te ihm ein Mechaniker mit dem Namen Verbrugghe[18] eine Apparatur, um den Musiker·innen hinter der Szene den Taktschlag anzuzeigen. In einem Brief streicht Berlioz zudem heraus, dass er sich eine solche Apparatur schon seit sechs Jahren wünsche und sie ja bereits in seiner Novelle *Euphonia* angedeutet habe.[19] Vielleicht wollte Berlioz mit dieser Aussage bloß seinen visionären Geist ins richtige Licht rücken. Denn wenn es sich tatsächlich um einen lange gehegten Wunsch handelte, stellt sich die Frage, weshalb Berlioz nicht schon früher Versuche unternommen hatte, ihn zu erfüllen. *L'enfance du Christ* wurde nämlich bereits einige Wochen zuvor, am 10. Dezember 1854, in Paris uraufgeführt und wegen seines großen Erfolgs gleich zwei Mal, am 24. Dezember 1854 und am 28. Januar 1855 am selben Ort wiederholt. Zudem gab es eine Aufführung am 21. Februar 1855 in Weimar. Es lassen sich verschiedene Mutmaßungen anstellen, weshalb Berlioz erst in Brüssel ein *métronome électrique* verwendete. Möglicherweise zeigte sich in der Probenarbeit, dass das Zusammenspiel mit dem Fernchor besonders unbefriedigend gelang. Vielleicht lag es an den Musiker·innen: »Les musiciens Belges m'ont fait souffrir une torture de Huron.«[20] Oder es lag an den räumlichen Gegebenheiten: Die Uraufführung fand in der Salle des Concerts Herz statt, einem Konzertsaal, bei dem sich zu einem angrenzenden Saal mit geöffneter Tür vielleicht besser eine akustische und möglicherweise sogar visuelle Verbindung herstellen ließ als bei einem Theatersaal mit Orchestergraben. Vielleicht war es die zufällige Bekanntschaft, die Berlioz in Brüssel mit dem Mechaniker Verbrugghe machte, die dazu führte, den Versuch zu unternehmen, die utopische Idee in die Tat umzusetzen.

Die Reaktionen der Fachpresse auf diese Konzerte in Brüssel fielen verschieden ausführlich aus und auch das *métronome électrique* wurde nicht überall erwähnt. In *La France musicale* erschien am 25. März eine kurze Notiz über Berlioz' »Triumph« in Brüssel und am 8. April ein Artikel mit der Überschrift »MÉTRONOME ÉLECTRIQUE«, in dem erst die Präzision hervorgehoben wird, die mit dem *métronome électrique* erreicht werden könne, und anschließend technische Erläuterungen gegeben werden. In der Ausgabe vom 15. April steht sogar die Empfehlung, das *métronome électrique* an den Häusern in Paris zu etablieren:

> Il est sérieusement question de faire poser à l'Opéra le métronome électrique que nous avons vu fonctionner au théâtre de Bruxelles […]. Nous sommes persuadés que les autres théâtres lyriques de Paris, ceux de la province et les grandes églises

---

18 Es finden sich diverse Schreibweisen: Verbrugghe, Verbrugghen, Werbrugghe, Van Bruge.

19 Brief Nr. 1924 an Gaetano Belloni, 19. März 1855, »Cette découverte, que j'appellais depuis dix ans et que j'ai indiquée dans ma nouvelle *d'Euphonia, des Soirées de l'Orchestre*, est de la plus haute importance pour les compositeurs«, Hector Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, hg. von Pierre Citron et al., Paris: Flammarion 1989 (Œuvres littéraires/Hector Berlioz), S. 37.

20 Brief Nr. 1937 an Auguste Morel, 14. April 1855, ebd., S. 55.

> où l'on fait de la musique avec de grandes masses, suivront l'exemple de l'Opéra; car il n'est pas possible de nier l'utilité de cette invention, que beaucoup de musiciens avaient pressentie, et qu'un mécanicien seul pouvait réaliser.[21]

Auch *Le Siècle* berichtete am 17. April über das *métronome électrique.* »M. Berlioz, pour mieux faire exécuter son *Enfance du Christ,* aurait expérimenté dernièrement un mécanisme électrique au moyen duquel un chef d'orchestre obtiendrai de ses musiciens une précision mathématique.« Danach folgt eine kurze technische Beschreibung. In *La Gazette Musicale* und *Le Ménestrel* wurden nur kurze Notizen abgedruckt, die jedoch das *métronome électrique* nicht erwähnen.

Nichtfranzösische Fachzeitungen zeigten wenig Interesse an Berlioz' Konzerten in Brüssel. In der belgischen Musikzeitung *Le Guide Musical* erschien eine kühle Besprechung der drei Konzerte. Der Rezensent fand seine Erwartungen, die durch die begeisterte Presse nach der Uraufführung in Paris geschürt worden waren, enttäuscht. Über das *métronome électrique* verlor er kein Wort. Die *Neue Zeitschrift für Musik* druckte am 6. April und am 13. April je eine knappe, schlecht informierte Notiz – als Aufführungsort wird immer noch das im Januar abgebrannte *Théâtre Royal de la Monnaie* angegeben. Im britischen *The Musical World* berichtete in der Ausgabe vom 31. März ein Korrespondent mit einem einzigen Satz vom Konzert in Brüssel: Es war gut besucht und »wonderfully successful«. Einzig die Wiener *Blätter für Musik, Theater und Kunst* informierten am 20. April unter der Rubrik »Kunstnotizen« etwas ausführlicher über »einen, auf das System der Telegrafie gegründeten Metronom«, der von einem belgischen Mechaniker erfunden worden sei.

Nach Berlioz' Rückkehr nach Paris stand am 7. April 1855 eine Aufführung von *L'enfance du Christ* in der Opéra-comique an. In einigen Briefen erwähnt Berlioz das Konzert;[22] es war erfolgreich und gut besucht, von einem *métronome électrique* ist nirgends die Rede. Kurz darauf, am 30. April 1855, wird in der Kirche Saint-Eustache das *Te Deum* uraufgeführt, eine Komposition, die Berlioz schon 1849 fertig geschrieben hatte, die jedoch aus ungeklärten Gründen unaufgeführt blieb. Es handelt sich um eines von Berlioz' monumental besetzten Werken: Tenor, Kinderchor (600 Sänger·innen), 2 gemischte Chöre (je 100 Sänger·innen), Orgel und großes Orchester. Auch in dieser Komposition setzt Berlioz einen räumlichen Klangeffekt ein: Die Orgel am gegenüberliegenden Ende der Kirche ist der klangräum-

21 *La France Musicale* 19 (1855), S. 118. »Es ist ernsthaft zu diskutieren, das *métronome électrique*, das wir im Brüsseler Theater in Betrieb sahen, in die Opéra zu bringen […]. Wir sind überzeugt, dass die anderen Opernhäuser in Paris und in der Provinz sowie die großen Kirchen, in denen mit großen Besetzungen musiziert wird, dem Beispiel der Opéra folgen werden; denn man kann die Nützlichkeit dieser Erfindung, die viele Musiker vorausgeahnt hatten und die nur ein Mechaniker realisieren konnte, nicht leugnen.« (Übersetzung des Autors).

22 Briefe Nrn. 1933, 1935 und 1937, Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, S. 50, 52 und 55.

liche Widerpart des Orchesters. In der Tageszeitung *Le Siècle* wurde die Aufführung des *Te Deum* eine Woche im Voraus angekündigt. Der Musikkritiker Gustave Chadeuil mutmaßte, dass Berlioz diese Aufführung zum Anlass nehmen werde, das *métronome électrique* nun auch nach Paris zu bringen. »En tout cas, l'exécution de ce foudroyant *Te Deum* fournira naturellement à M. Berlioz l'occasion d'essayer à Paris le métronome électrique dont nous avons détaillé le mécanisme l'autre jour, […]«[23]. Aber das *métronome électrique* kam nicht zum Einsatz, der entfernte Organist bekam den Taktschlag von einem Hilfsdirigenten auf der Orgelempore.[24]

In der zweiten Jahreshälfte arbeitete Berlioz an mehreren Druckausgaben seiner Werke, darunter auch *L'enfance du Christ* und *Te Deum*. In beiden Partituren schreibt Berlioz vor, ein *métronome électrique* zu verwenden, beide Male verwendet er die gleiche Formulierung mit einem Konditionalsatz und suggeriert damit, dass elektrische Metronome in der Regel zur Verfügung stehen.

> Si le chef d'orchestre n'a pas *de Métronome Electrique*, le maître de chant conduira le chœur invisible du Post-Scenium, et le chef d'orchestre suivra de l'oreille ses mouvements.[25]

> L'orchestre et les chœurs doivent être placés à l'extrémité de l'église opposée à celle qu'occupe le grand orgue. Si le chef d'orchestre n'a pas de métronome électrique pour se mettre en communication immédiate avec l'organiste, il devra placer dans la tribune de l'orgue un batteur de mesure, de façon que celui-ci voie les mouvements du chef d'orchestre, et puisse, en les imitant exactement, les transmettre de près à l'organiste, que, sans cela, retardera toujours.[26]

---

23 *Le Siècle*, 24. April 1855, S. 1. »Auf jeden Fall wird die Aufführung dieses überwältigenden *Te Deum* Herrn Berlioz die Gelegenheit bieten, das *métronome électrique*, dessen Mechanismus wir neulich ausführlich beschrieben haben, in Paris auszuprobieren.« (Übersetzung des Autors).

24 Brief Nr. 1927 an Franz Liszt, 30. April 1855: »J'avais un jeune homme venu de Bruxelles que conduisait au loin l'organiste dans sa tribune et qui l'a fait marcher malgré l'éloignement.«; Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, S. 77.

25 Berlioz: *L'enfance du Christ*, S. 2. »Verfügt der Dirigent nicht über ein *métronome électrique*, leitet der Chorleiter den unsichtbaren Chor auf der Hinterbühne, und der Dirigent folgt seinen Bewegungen nach Gehör.« (Übersetzung des Autors).

26 »Avis pour l'exécution« in der Partitur des Te Deum von 1855, Hector Berlioz: *Te Deum*, Paris: Brandus, Dufour et Cie 1855. »Das Orchester und der Chor sollten am Ende der Kirche gegenüber der großen Orgel platziert werden. Wenn der Dirigent nicht über ein *métronome électrique* verfügt, um unmittelbar mit dem Organisten zu kommunizieren, sollte er auf der Orgelempore einen Taktschläger aufstellen, der die Bewegungen des Dirigenten sehen und durch genaues Nachahmen an den Organisten weitergeben kann, der sonst ständig schleppen würde.« (Übersetzung des Autors).

Nur für die drei Brüsseler Aufführungen von *L'enfance du Christ* verwendete Berlioz das *métronome électrique* tatsächlich, bei allen früheren und späteren Aufführungen kam die im Vorwort als Alternative angegebene, aber viel praktischere und weniger aufwendige Koordination nach Gehör zum Tragen. Das *Te Deum* hatte Berlioz bis zu diesem Zeitpunkt erst ein einziges Mal und mit einem Hilfsdirigenten aufgeführt. Trotzdem schien er das *métronome électrique* in den Vorworten der Partituren verewigen zu wollen. Vielleicht zeigt sich darin seine Begeisterung für Technik und sein optimistischer Glaube, dass diese Apparatur bald breiter zugänglich und verfügbar sein werde, vielleicht auch nur Wichtigtuerei.

Le chef d'orchestre

Von Anfang Juni bis Anfang Juli 1855 hielt sich Berlioz in London auf und dirigierte dort drei Konzerte. Von seinem Verleger Alfred Novello erhielt er den Vorschlag, eine überarbeitete und erweiterte Fassung seines ins Englische übersetzten *Traité* zu veröffentlichen und als zusätzliches Kapitel noch einen Essay über das Handwerk des Dirigierens hinzuzufügen.[27] Er schrieb diesen Essay gleich nach seiner Rückkehr nach Paris und sandte das Manuskript am 13. September 1855 zusammen mit einem Abschnitt über neue Instrumente und einigen Überarbeitungen des Haupttextes an Novello.[28] Die neue englische Ausgabe erschien 1856. Gleichzeitig veranlasste Berlioz auch die Herausgabe einer überarbeiteten zweiten Ausgabe in Französisch.[29] Der Essay über das Dirigieren, wurde auf mehrere Ausgaben verteilt zwischen dem 6. Januar und dem 2. März 1856 in *La revue et gazette musicale* veröffentlicht. Die zweite französische Ausgabe bei Schonenberger wird immer als »Ausgabe von 1855« bezeichnet, in einem Brief am 9. Januar 1856, behauptet Berlioz, die Neuausgabe der *Traité* werde schon längst vertrieben,[30] eine

---

27 Brief Nr. 1990 an Alfred Novello, 30. Juni 1855: »J'ai reçu la lettre dans laquelle vous m'offrez de recevoir et de compléter une édition anglaise de mon *traité d'Instrumentation*, en y ajoutant quelques chapitres [...] J'accepte votre offre, et vos conditions.«; Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, S. 122.

28 Brief Nr. 2016 an Alfred Novello, 13. September 1855: »Je viens de vous envoyer un paquet contenant le *traité d'Instrumentation* avec toutes les corrections et les nouveaux chapitres, plus le manuscrit de la *Théorie de l'art du chef d'orchestre*.«; ebd., S. 153.

29 Brief Nr. 2043 an Alfred Novello, 3. November 1855: »Veuillez me dire dans votre prochaine lettre s'il vous déplairait que j'imprime dans les journaux français quelques *chapitres nouveaux* de mon *traité d'Instrumentation* avant qu'il ne paraisse à Londres.«, ebd., S. 183; Brief Nr. 2064 an Heinrich Schlesiger, um den 13. Dezember 1855, »Je vais publier aussi, en Anglais et en Français, mon nouvel ouvrage théoretique: *L'Art du Chef d'orchestre* avec la nouvelle édition du *traité d'instrumentation*.«, ebd., S. 210.

30 Brief Nr. 2077 an Aguste Morel, 9. Januar 1856, ebd., S. 239.

Fußnote in *La revue et gazette musicale* vom 6. Januar 1856 gibt jedoch an, dass die neue Edition des *Traité* erst »demnächst« erscheinen werde.

Der Essay *Le chef d'orchestre: Théorie de son art* enthält allerlei Erläuterungen zu den Aufgaben des Dirigenten, zur Schlagtechnik und zur Probemethodik. Ungefähr zu Beginn des letzten Drittels des Textes kommt die Stelle, an der das *métronome électrique* beschrieben wird:

> Autre barbarie traditionnelle que le chef d'orchestre intelligent et énergique a pour mission de détruire. Si un chœur ou un morceau instrumental est exécuté derrière la scène sans la participation de l'orchestre principal, un autre chef est absolument nécessaire pour le conduire. Si l'orchestre accompagne ce groupe, le premier chef, qui entend la musique lointaine, est alors rigoureusement tenu de *se laisser conduire* par le second et de suivre *de l'oreille* ses mouvements. Mais, si comme il arrive souvent dans la musique moderne, la sonorité du grand orchestre empêche le premier chef d'entendre ce qui s'exécute loin de lui, l'intervention d'un mécanisme spécial conducteur du rhythme devient indispensable pour établir une communication instantanée entre lui et les exécutants éloignés. On a fait en ce genre des essais plus ou moins ingénieux, dont le résultat n'a pas partout répondu à ce qu'on en attendait. Celui du théâtre de Covent Garden à Londres, que le pied du chef d'orchestre fait mouvoir, fonctionne assez bien. Seul le *métronome électrique* établi par M. Verbrugghe au théâtre de Bruxelles ne laisse rien à désirer. Il consiste en un appareil de rubans de cuivre, partant d'une pile de Volta placée sous le théâtre, venant s'attacher au pupitre-chef, et aboutissant à un bâton mobile fixé par un de ses bouts sur un pivot, devant une planche à quelque distance que ce soit du chef d'orchestre. Au pupitre de celui-ci est adapté une touche en cuivre assez semblable à une touche de piano élastique et armée à sa face inférieure d'une protubérance de trois ou quatre lignes[31] de longueur. Immédiatement au dessous de la protubérance se trouve un petit godet en cuivre également et rempli de mercure. Au moment où le chef d'orchestre, voulant marquer un temps quelconque de la mesure, presse avec l'index de sa main gauche (la droite étant employée à tenir, comme à l'ordinaire, le bâton conducteur) la touche de cuivre, cette touche s'abaisse, la protubérance entre dans le godet plein de mercure, une faible étincelle électrique se dégage et le bâton placé à l'autre extremité du ruban de cuivre fait une oscillation devant sa planche. Cette communication du fluide et du mouvement sont tout à fait instantanés, quelle que soit la distance parcourue. Les exécutants étant groupés derrière la scène les yeux fixés sur le bâton du métronome électrique, subissent en conséquence directement l'action du chef, qui pourrait ainsi, s'il le fallait, diriger du milieu de l'orchestre de l'Opéra de Paris un morceau de musique exécuté à Versailles. Il est important seulement de convenir d'avance avec les

31 Altes Längenmaß: 1 Pariser Linie = 2.2558 mm.

> choristes, ou avec leur conducteur (si, par surcroît de précaution, ils en ont un) de la manière dont le chef marquera la mesure, s'il marquera tous les temps principaux ou le premier temps seulement: les oscillations du bâton mû par l'électricité étant toujours d'arrière en avant, n'indiquent rien de précis à cet égard.[32]

Die Beschreibung, die Berlioz gibt, ist ausführlich, gleichzeitig aber auch einseitig, indem sie vor allem den Apparat auf der Seite des Dirigenten beschreibt. Wie der Anzeigeapparat aufgebaut ist und wie es zu der »schwingenden Bewegung« des Taktstocks kommt, wird nicht ausgeführt. Dass der technisch interessierte Berlioz hier so untechnisch schreibt und nicht genauer auf die Details der Kons-

---

32 Berlioz: *Grand traité d'instrumentation*, S. 308. »Es gibt außerdem noch eine andere traditionelle Barbarei, die jeder einsichtsvolle und energische Orchesterdirigent abzuschaffen die Pflicht hat. Für Chöre oder Instrumentalsätze, die hinter der Szene, oft ohne Mitwirkung des Hauptorchesters, aufzuführen sind, ist ein zweiter Dirigent durchaus notwendig. Begleitet jedoch das Hauptorchester diese Gruppe, so ist der erste Dirigent, der diese Musik von fern vernimmt, streng gebunden, sich von dem zweiten leiten zu lassen und dessen Taktangaben mittels des Gehörs zu folgen. Wenn aber, wie es in der neueren Musik öfters vorkommt, der Vollklang des großen Orchesters den ersten Dirigenten hindert, das fern von ihm Ausgeführte zu hören, dann ist die Zuhilfenahme eines den Rhythmus überleitenden Mechanismus unerläßlich, um eine fortwährende, im Augenblick wirkende Verbindung zwischen ihm und den fernstehenden Ausführenden herzustellen. Zu diesem Zweck sind verschiedene, mehr oder weniger sinnreiche Versuche gemacht worden, deren Resultat aber nicht überall den gehegten Erwartungen entsprochen hat. Nur das elektrische Metronom von *Verbrugghe* im Brüsseler Theater läßt nichts zu wünschen übrig. Es besteht zum Teil aus Kupferdrähten, die, von einer unter dem Bühnenraum befindlichen Voltaischen Säule ausgehend, das Pult des Dirigenten mit einem, in beliebiger Entfernung von demselben, vor einem Brett beweglich hängenden Taktstock in Verbindung bringen. Am Dirigentenpulte ist eine, den Pianofortetasten ähnliche Kupfertaste angebracht, die an ihrer unteren Fläche mit einer kleinen Erhöhung, die etwa 3 bis 4 Linien beträgt, versehen ist. Dicht unter dieser Erhöhung befindet sich ein mit Quecksilber gefülltes kupfernes Näpfchen. Sobald der Dirigent irgend einen Taktteil markieren will, drückt er mit dem Zeigefinger der linken Hand (in der rechten hält er wie sonst den Taktstock) die kupferne Taste nieder, wodurch die an derselben befindliche Erhöhung mit dem Quecksilber in Berührung kommt und infolge der nun hergestellten elektrischen Verbindung der am anderen Ende der Kupferdrähte hängende Taktstock eine schwingende Bewegung macht. Das Entstehen der elektrischen Verbindung und die Bewegung des Taktstocks erfolgen im selben Augenblick, mag die Entfernung noch so groß sein. Die Musiker hinter der Szene, deren Blicke auf den elektrischen Taktstock gerichtet sind, stehen auf diese Weise so gut wie unter unmittelbarer Leitung des Dirigenten, der, falls es darauf ankäme, aus der Mitte des Pariser Opernorchesters heraus eine Musikaufführung in Versailles leiten könnte. Nur ist es wichtig, sich im voraus mit den Choristen oder deren Chordirektor (falls ein solcher der größeren Vorsicht halber vorhanden ist) über die Art des Taktierens zu verständigen: ob der Dirigent alle Haupttaktteile oder nur den ersten markieren wird. Denn die Schwingungen des elektrischen Taktstockes erfolgen nur in einer Richtung, von hinten nach vorn, geben daher in dieser Beziehung keinen Anhalt.«, Hector Berlioz: *Instrumentationslehre. Ergänzt und revidiert von Richard Strauss*, Leipzig: Peters 1905, S. 447.

truktion eingeht und z. B. den Elektromagneten erwähnt, ist erstaunlich. Dafür schildert Berlioz im folgenden Abschnitt, wie er bemängelte, dass die Taste am Dirigentenpult zu geräuschvoll sei, und Verbrugghe zu einer technischen Verbesserung veranlasste. Damit rückt Berlioz sich selbst ins Zentrum und wiederum zeigt sich, wie er nur an dem Teil der Apparatur interessiert war, den er vor sich stehen hatte. Die Beschreibung des *métronome électrique* endet mit dem dringenden Appell, diese Apparatur auch an anderen Orten zu installieren. Der Tonfall ist sarkastisch.

> Ce métronome est peu dispendieux à établir; il coûte quatre cents francs au plus. Les grands théâtres lyriques, les églises et les salles de concert devraient en être pourvus depuis longtemps. À l'exception du théâtre de Bruxelles, on n'en trouve nulle part cependant. Cela paraîtrait incroyable, si l'on ne savait l'incurie de la plupart des directeurs d'institutions où la musique est exploitée, leur aversion instinctive pour ce qui peut déranger de vieilles allures routinières, leur indifférence pour les intérêts de l'art, leur parcimonie dès qu'il s'agit d'une dépense musicale, et l'ignorance complète des principes de notre art chez presque tous les hommes chargés d'en régler la destinée.[33]

Die Publikation des Essays *Le chef d'orchestre* in *La revue et gazette musicale* weicht in kleinen Details von der Fassung ab, die im *Traité* erscheint. Die Beschreibung des *métronome électrique* findet sich in der Ausgabe vom 17. Februar 1856. Berlioz kürzt hier den eben genannten Abschnitt und lässt nur noch die ersten beiden Sätze stehen: »Ce métronome est peu dispendieux à établir: il coûte quatre cents francs au plus. Les grands théâtres lyriques, les églises et les salles de concerts, devraient en être pourvus depuis longtemps.« Für die Ausgabe dieses Kapitels als separate Broschüre, die ebenfalls 1856 bei Schonenberger in Paris erscheint, erweitert Berlioz diesen Abschnitt wieder, formuliert jedoch weniger angriffig:

> Ce métronome est peu dispendieux à établir: il coûte quatre cents francs au plus. Les grands théâtres lyriques, les églises et les salles de concerts, devraient en être

33 Berlioz: *Grand traité d'instrumentation*, S. 309. »Dieses Metronom ist mit wenig Kosten herzustellen; es kommt höchstens auf 400 Francs zu stehen. Die großen Opernhäuser, die Kirchen und Konzertsäle sollten schon längst damit versehen sein. Außer im Brüsseler Theater findet man den Apparat indes nirgends. Dies könnte unglaublich erscheinen, wüßte man nichts von der Sorglosigkeit vieler Bühnenleiter, denen die Musik nur Mittel zum Zweck ist, kennte man nicht ihren instinktiven Widerwillen gegen alles, was dem gewohnten Schlendrian entgegensteht, ihre Gleichgültigkeit gegen die Kunstinteressierten, ihren Geiz, wenn es sich um Ausgaben zum Besten der Musik handelt; wüßte man nicht, wie Kenntnis selbst in den elementarsten Fragen unserer Kunst gerade denen abgeht, in deren Händen das Geschick derselben ruht.«, Berlioz: *Instrumentationslehre. Ergänzt und revidiert von Richard Strauss*, S. 447.

> pourvus depuis longtemps. L'utilité de cette invention de M. Verbrugghe est devenue si manifeste aux grands concerts que j'ai dirigés en 1855 dans le Palais de l'Exposition universelle de l'Industrie, concerts où plus de mille musiciens ont exécuté, même des morceaux d'un mouvement très vif, avec une étonnante précision et un ensemble irréprochable, que trois des théâtres lyriques de Paris (le Théâtre Italien, l'Opéra-Comique et le Théâtre Lyrique) se sont empressés d'acquérir chacun un métronome électrique.[34]

Weiter unten im Kapitel *Le chef d'orchestre* erwähnt Berlioz das Musikfest von 1844 und wie er mithilfe mehrerer Hilfsdirigenten 1200 Musiker·innen anleitete. Damals schien das gut funktioniert zu haben, nun sieht Berlioz darin einen Anwendungsfall für das *métronome électrique*. Doch aus seiner Beschreibung geht nicht nur blinde Begeisterung für den Apparat hervor, sondern auch eine kritische Distanzierung:

> Dans un festival où douze cents exécutants se trouvaient réunis sous ma direction à Paris, je dus employer cinq directeurs du chœur placés tout autour de la masse vocale, et deux sous-chefs d'orchestre dont l'un dirigeait les instruments à vent et l'autre les instruments à percussion. [...] Avec un ou plusieurs métronomes électriques maintenant, il ne semble plus nécessaire de recourir à ce moyen.On peut en effet diriger sans peine de la sorte des choristes qui tournent le dos au chef d'orchestre. Des sous-chefs attentifs et intelligents seront pourtant toujours en ce cas préférables à une machine. Ils ont non seulement à battre la mesure, comme la tige métronomique, mais de plus à parler aux groupes qui les avoisinent pour appeler leur attention sur les nuances et, après les silences, les avertir du moment de leur rentrée. [...] Plus le chef d'orchestre s'éloigne des musiciens qu'il dirige, plus son action sur eux s'affaiblit. Ce qu'il y aurait de mieux serait d'avoir plusieurs sous-chefs, avec plusieurs métronomes électriques, battant devant leurs yeux les grands temps de la mesure.[35]

---

34 Hector Berlioz: *Le chef d'orchestre. Théorie de son art*, Paris: Schonenberger 1856, S. 34. »Dieses Metronoms ist kostengünstig herzustellen: es kostet höchstens vierhundert Franken. Die großen Opernhäuser, Kirchen und Konzertsäle hätten längst damit ausgestattet werden müssen. Die Nützlichkeit der Erfindung von Herrn Verbrugghe wurde bei den großen Konzerten, die ich 1855 im Palais de l'Exposition Universelle de l'Industrie dirigierte, bei denen mehr als tausend Musiker selbst die schnellen Stücke mit erstaunlicher Präzision und einem tadellosen Zusammenspiel ausführten, so deutlich, dass drei der Pariser Opernhäuser (das Théâtre Italien, die Opéra-Comique und das Théâtre Lyrique) sich beeilten, ein elektrisches Metronom anzuschaffen.« (Übersetzung des Autors).

35 Berlioz: *Grand traité d'instrumentation*, S. 309 f. »Bei einem Musikfest in Paris, wo 1200 Ausführende unter meiner Leitung standen, mußte ich fünf Chordirektoren für den Sängerchor, sowie zwei Unterdirigenten für das Orchester (einen für die Blasinstrumente und einen für die Schlaginstrumente) verwenden. [...] Mit einem oder mehreren elektrischen Metronomen wird es jetzt wahr-

Erhellend ist auch ein weiterer Passus im Essay *Le chef d'orchestre*. In spöttischer Art und Weise redet Berlioz über die Chorleiter, von denen nur wenige so fähig seien, dass der Orchesterdirigent sich auf sie verlassen könne.

> Je n'ai pas tout dit encore sur ces dangereux auxiliaires qu'on nomme directeurs de chœurs. Il y en a très peu d'assez réellement aptes à conduire une exécution musicale pour que le chef d'orchestre puisse compter sur eux. Il ne saurait donc les surveiller d'assez près, quand il est obligé de subir leur collaboration. Les plus redoutables sont ceux que l'âge a dépourvus d'agilité et d'énergie. Le maintien de tout mouvement un peu vif leur est impossible. Quel que soit le degré de rapidité imprimé au début d'un morceau dont la direction leur est confiée, peu à peu ils en ralentissent l'allure, jusqu'à ce que le rhythme soit réduit à une certaine lenteur moyenne qui semble être en harmonie avec le mouvement de leur sang et l'affaiblissement général de leur organisme. Il est vrai d'ajouter que les vieillards ne sont pas les seuls qui fassent courir ce danger aux compositeurs. Il y a des hommes dans la force de l'âge, d'un tempérament lymphatique, dont le sang paraît circuler Moderato. S'il leur arrive de diriger un Allegro assai ils le ralentiront graduellement jusqu'au Moderato; si au contraire c'est un Largo ou un Andante sostenuto, pour peu que le morceau se prolonge, ils arriveront par une animation progressive longtemps avant la fin au mouvement Moderato. Le Moderato est leur mouvement naturel […].[36]

---

scheinlich nicht mehr nötig sein, zu diesem Hilfsmittel zu greifen. Man kann tatsächlich einen Chor, der dem Dirigenten den Rücken zukehrt, auf diese Weise ohne Mühe leiten; doch sind in solchem Falle aufmerksame und verständnisvolle Unterdirigenten immerhin einer Maschine vorzuziehen. Sie haben nicht nur den Takt zu schlagen, wie die Metronome, sondern müssen auch zu den ihnen nahestehenden Gruppen sprechen, um sie auf die verschiedenen Nuancen aufmerksam zu machen und ihnen nach vorausgegangenen Pausen den Moment ihres Wiedereintritts zu bezeichnen. […] Je weiter der Dirigent von den Mitwirkenden entfernt ist, desto geringer wird der Einfluß, den er auf sie ausübt. Am besten würde es sein, mehrere Unterdirektoren und außerdem noch mehrere Metronome zu haben, welche die Haupttaktteile vor ihren Augen schlagen.« Berlioz: *Instrumentationslehre. Ergänzt und revidiert von Richard Strauss*, S. 448.

36 Berlioz: *Grand traité d'instrumentation*, S. 309. »Ich habe noch nicht alles über jene gefährlichen Mithelfer, die man Chordirektoren nennt, gesagt. Man findet unter ihnen nur sehr wenige, die wirklich befähigt sind, eine musikalische Aufführung so zu leiten, daß sich der Orchesterdirigent auf sie verlassen kann. Er muß sie also sehr sorgfältig überwachen, falls er ihrer Mitwirkung bedarf. Die am meisten zu Fürchtenden sind diejenigen, welche infolge ihres hohen Alters Energie und Gewandtheit verloren haben. Für sie ist die Durchführung eines jeden etwas raschen Tempos unmöglich. Mag das Anfangstempo eines ihrer Leitung anvertrauten Tonstückes noch so lebhaft sein, nach und nach wird es sich immer mehr verzögern, bis der Rhythmus schließlich bei einem gewissen Grade mittlerer Langsamkeit angelangt ist, der ungefähr der Blutzirkulation ihres schwach gewordenen Organismus entspricht. Es muß jedoch hinzugefügt werden, daß nicht nur Greise es sind, die den Dirigenten solcher Gefahr aussetzen; man findet auch Leute im kräftigsten Alter, jedoch mit schlaffem Temperament, deren Blut ihren Körper ›moderato‹ zu durchfließen scheint. Haben sie ein Allegro assai zu leiten, so lassen sie es nach und nach

Vielleicht liegt darin ein weiterer, wesentlicher Grund für Berlioz' Begeisterung für das *métronome électrique.* Es geht ihm nicht nur um die rhythmische Synchronisation zwischen dem Orchester und dem Fernchor, sondern insbesondere auch um Machtausübung: Berlioz möchte die Kontrolle über die Tempi nicht abgeben oder sich an die verschleppten Tempi eines Hilfsdirigenten oder Chorleiters anpassen müssen. Ein Blick in die Partitur von *L'enfance du Christ* kann diese These erhärten: In der letzten Szene des ersten Teil wechseln sich der Fernchor und das Orchester meist ab (Abb. 3.1) und die Anschlüsse sind mit einer überlappenden Harmonie gestaltet, was auch bei rhythmischen Ungenauigkeiten einen problemlosen Übergang ermöglicht (Abb. 3.2). Für den Einsatz und den Tempowechsel in Takt 55 muss der Dirigent den Abschluss des Fernchors geschickt abfangen. In Takt 58 beginnt die einzige Stelle, an der das Orchester und der Fernchor synchron spielen. Das musikalische Hauptgeschehen liegt hier beim Fernchor, der Dirigent muss darauf reagieren, was jedoch in dem langsamen Tempo (Lento, ♩ = 56) nicht besonders anspruchsvoll ist (Abb. 3.3).

Abbildung 3.1: L'enfance du Christ, *Szene VI, Wechselspiel zwischen Fernchor und Orchester im Saal.*

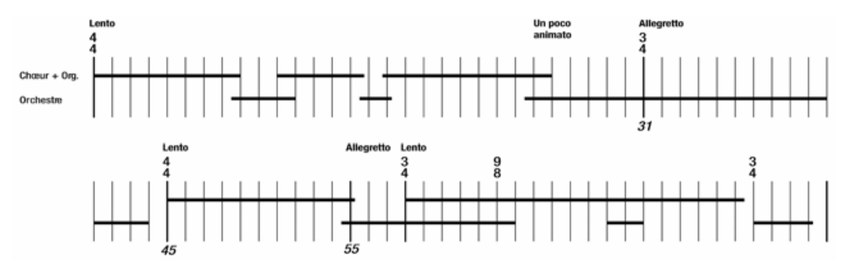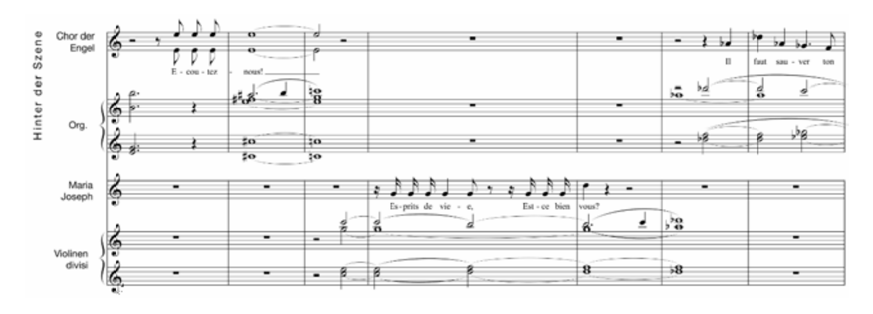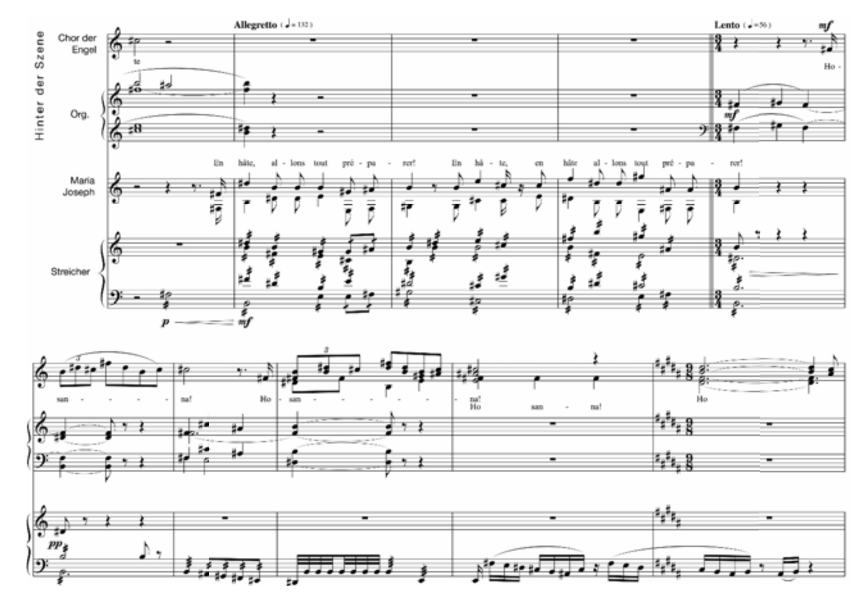


Abbildung 3.2: L'enfance du Christ, *Szene VI, Takt 6–12.*



zum Moderato werden; ist es dagegen ein Largo oder ein Andante sostenuto, so werden sie es, falls das Musikstück nicht sehr kurz ist, lange vor dem Schluß bis zum Moderato beschleunigt haben. Das Moderato ist eben ihr natürliches Tempo […].« Berlioz: *Instrumentationslehre. Ergänzt und revidiert von Richard Strauss*, S. 447 f.

Abbildung 3.3: L'enfance du Christ, *Szene VI, Takt 54–63 (Holzbläser sind weggelassen).*



Exposition Universelle

Die Weltausstellung in Paris, die zweite überhaupt und die erste in Frankreich, dauerte vom 15. Mai bis zum 31. Oktober 1855. Zentraler Ausstellungsort war der temporäre Palais de l'Industrie, der zwischen Champs-Élysées und der Seine errichtet wurde. Berlioz nahm auf zweierlei Weise an dieser Weltausstellung teil. Zunächst als Mitglied der Jury, die die Musikinstrumente der Ausstellung bewertete. Dies beschäftigte ihn während des Augusts und Septembers, doch damit war seine Teilnahme an der Weltausstellung nicht beendet, am 20. Oktober erhielt er den Auftrag, drei große Konzerte zu organisieren.

> Le Prince Napoléon m'a envoyé chercher hier et m'a proposé de me charger de la direction et de l'organisation d'un concert Babylonien qui aura lieu au Palais de l'Exposition le jour de la distribution des récompenses par l'Empereur le 15 novembre. J'ai demandé qu'on m'en donnât le temps; (il s'agit d'un orchestre de mille musiciens) alors le prince a appelé tout le personnel de la Commission Impériale pour décider les principales questions sans désemparer et cela fait: ›Vous voyez Messieurs (leur a-t-il dit) que M. Berlioz a la bonté de se charger de cette immen-

se affaire, il est donc bien convenu qu'en tout ce qui concerne la musique, tout le monde ici est à ses ordres.‹[37]

Die erste Aufführung sollte am 15. November, am Tag der feierlichen Preisverleihung durch den Kaiser, stattfinden, gefolgt von zwei weiteren öffentlichen Konzerten am 16. und 24. November. Berlioz war von höchster Stelle beauftragt, diese Konzerte zu organisieren, er hatte freie Hand, alle künstlerischen Inhalte zu bestimmen, ihm wurde jegliche Unterstützung zugesagt und die Finanzen waren gesichert. Beflügelt von dem Gedanken, hier alle Register ziehen zu können, nahm er sich vor, ein Orchester mit über tausend Mitwirkenden zusammenzustellen und es zusammen mit mehreren Hilfsdirigenten zu dirigieren. Und er erinnerte sich an das *métronome électrique.* Sofort schrieb er nach Brüssel und versuchte, Verbrugghe zu erreichen.[38] Dies gelang ihm offensichtlich: Verbrugghe reiste an und installierte ein *métronome électrique,* das sich zu fünf Anzeigestellen für die Hilfsdirigenten verzweigte.

Das musikalische Programm umfasste Werke aus Berlioz' eigenem Schaffen: drei Sätze aus dem *Te Deum,* der letzte Satz der *Symphonie funèbre et triomphale* und die Uraufführung von *L'impériale,* einer bombastischen Kantate zu Ehren Napoleons III. Ebenfalls enthalten waren die Ouvertüre zu Webers *Freischütz,* eine Szene aus Glucks *Armide,* die letzten drei Sätze von Beethovens fünfter Sinfonie, das Gebet aus Rossinis *Mosè in Egitto,* die *Bénédiction des poignards* aus Meyerbeers *Les Huguenots,* Mozarts *Ave verum* und der Chor *See the conq'ring hero comes* aus Händels Oratorium *Judas Maccabaeus.* Das vollständige Programm wurde nur in den beiden öffentlichen Konzerten gespielt. Am Tag der Zeremonie reichte die Zeit nur für einen Teil von *L'impériale* und den Satz aus der *Symphonie funèbre et triomphale.* Berlioz' dirigentische Hilfskräfte waren Théophile Tilmant, der Kapellmeister der Opéra-Comique für die Streicher, der italienische Dirigent Giovanni Bottesini für die Bläser, Georg Hellmesberger, Direktor des Conservatoriums der Gesellschaft der Musikfreunde in Wien für den ersten Chor, Eugène Vauthrot, *chef de chant* an der Opéra-Comique für den zweiten Chor und M. Huraud, *maître-de-chapelle* an

---

37 Brief Nr. 2035 an seine Schwester Adèle Suat, 21. Oktober 1855, Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859,* S. 173 f. »Prinz Napoleon schickte gestern nach mir und bot mir an, die Leitung und Organisation eines babylonischen Konzerts zu übernehmen, das am Tag der Preisverleihung durch den Kaiser, am 15. November im Palais de l'Exposition stattfinden wird. Ich bat darum, mir dafür genug Zeit zu geben; (es handelt sich um ein Orchester von tausend Musikern) also rief der Prinz das gesamte Personal der kaiserlichen Kommission zu sich, um die wichtigsten Fragen sogleich zu entscheiden. Als dies getan war, sagte er: ›Meine Herren, Sie sehen, dass Herr Berlioz die Güte hat, diese immense Angelegenheit in die Hand zu nehmen, es ist also vereinbart, dass jeder hier in allen Angelegenheiten, die die Musik betreffen, unter seinem Kommando steht.‹« (Übersetzung des Autors).

38 Brief Nr. 2035 an unbekannt, 21. Oktober 1855, ebd., S. 172.

der Kirche Saint-Eustache für den Kinderchor. Die Funktionsweise des *métronome électrique* war dieselbe wie in Brüssel: Berlioz hielt in der rechten Hand den Taktstock und bediente mit der linken eine Taste. So konnte der Schlag an die fünf weit voneinander entfernt aufgestellten Hilfsdirigenten weitergeleitet werden.

Diskussion

Wie stand es um die Funktionstüchtigkeit des *métronome électrique?* In Berlioz' Korrespondenz finden sich nur Erfolgsmeldungen:

> J'ai pu ainsi faire marcher l'orchestre sur l'avant-scène et le chœur d'anges invisibles au post-scenium avec une précision merveilleuse.[39]

> Le chœur seul a bien marché, grâce à mon métronome électrique dont le secours est inappréciable pour diriger les chœurs invisibles.[40]

> Le métronome électrique dont je me suis servi pour les concerts de l'Exposition réunit toutes les conditions désirables pour communiquer les intentions rythmiques du chef d'orchestre aux exécutants éloignés du lui et qui ne peuvent le voir.[41]

> Le dernier [concert] a été *magnificent*. Grâce à mon métronome électrique j'ai littéralement tenu dans la main cet immense mamouth musical.[42]

Es ist nicht anzunehmen, dass eine so neue, experimentelle technische Anwendung auf Anhieb problemlos funktionierte. Vielmehr ist davon auszugehen, dass man gewisse störende Fehlfunktionen in Kauf nehmen musste. Berlioz wollte sich erfolgreich darstellen, das gebot ihm seine Eitelkeit, und er wollte im *métronome*

---

39 Brief Nr. 1924 an Gaetano Belloni, 19. März 1855, ebd., S. 36 f. »So konnte ich das Orchester auf der Vorbühne und den unsichtbaren Engelschor auf der Hinterbühne mit wunderbarer Präzision leiten.« (Übersetzung des Autors).

40 Brief Nr. 1927 an Franz Liszt, 23. März 1855, ebd., S. 42. »Der Chor allein funktionierte gut, dank meines *métronome électrique*, das für die Leitung unsichtbarer Chöre von unschätzbarem Wert ist.« (Übersetzung des Autors).

41 Brief Nr. 2054 an Eusèbe Lucas, 30. November 1855, ebd., S. 196. »Das *métronome électrique*, das ich für die Konzerte an der Exposition benutzte, erfüllt alle wünschenswerten Bedingungen, um die rhythmischen Absichten des Dirigenten an Interpreten zu vermitteln, die weit von ihm entfernt sind und ihn nicht sehen können.« (Übersetzung des Autors).

42 Brief Nr. 2056 an Franz Liszt, 30. November 1855, ebd., S. 199. »Das letzte Konzert war großartig. Dank meines *métronome électrique* hielt ich dieses riesige musikalische Mammut buchstäblich in der Hand.« (Übersetzung des Autors).

électrique auch gerne seine eigene, in *Euphonia* formulierte Prophezeiung sehen, die nun wundersam in Erfüllung ging.

Neben der technischen Funktionstüchtigkeit ist auch der tatsächliche musikalische Mehrwert anzuzweifeln. Die Uraufführung und die vielen Folgeaufführungen von *L'enfance du Christ* bewiesen, dass der unsichtbare Chor nicht zwingend ein *métronome électrique* benötigte und dass sich das nach der Erfahrung in Brüssel nicht änderte. Für die Synchronisation über weite Distanzen konnte auch Sichtkontakt zu einem Hilfsdirigenten hergestellt werden. Dafür ist nicht nur das *Te Deum* ein Beispiel, sondern auch ein Konzert, dass Berlioz 1844 zum Abschluss der Industrieausstellung veranstaltete. Schon damals dirigierte Berlioz zusammen mit zwei Hilfsdirigenten und fünf Chorleitern eine Masse von rund tausend Musiker·innen, was mit großer Präzision zu funktionieren schien.[43] Es muss berücksichtigt werden, dass Konzerte mit solchen Monumentalbesetzungen in entsprechend großen Hallen durchgeführt werden mussten, was zu Problemen mit der Raumakustik führte, wie in einer Kritik zum Konzert von 1855 in der *Neuen Zeitschrift für Musik* anklingt: »Das große Concert, welches *Berlioz* im Industriepalast [...] dirigierte, hat in Bezug auf Klangwirkung in Folge nicht befriedigender Akustik der Räume den Erwartungen nicht entsprochen. Die Töne verklangen und an vielen Stellen hörte man fast nur ein dumpfes Gemurmel.«[44] Es bot sich an, nicht nur wegen der undeutlichen Akustik, sondern auch wegen der Kontrolle über das Zusammenspiel derartiger Menschenmassen, eher Stücke in langsamem Tempo zu spielen. Dazu findet man auch zwei Äußerungen von Berlioz: Seine Strategie für das Konzert von 1844 war, ein Programm zusammenzustellen, dass nur Stücke enthielt, die von sehr getragenem Charakter oder den Ausführenden bereits bekannt waren,[45] und bezüglich des Konzerts von 1855 erinnert er sich, dass diejenigen Stücke die schönsten Wirkungen erzielten, die eine breit angelegte Harmonik und getragene Tempi hatten.[46]

Ein weiterer Aspekt, der sich an Berlioz' Verwendung des *métronome électrique* gut exemplifizieren lässt, ist die gegenseitige Abhängigkeit von künstlerischer und technischer Praxis. »J'avais fait venir de Bruxelles un mécanicien à moi connu, qui m'installa un métronome électrique«,[47] schreibt Berlioz in seinen Memoiren. Er ließ Verbrugghe im Herbst 1855 aus Brüssel kommen, weil er ihn benötigte, um eine solche Apparatur einzurichten und zu betreiben. Sie war nämlich weder so handlich und einfach, dass sie jeder Dirigent selbst herbeischaffen konnte, noch war sie in einer Weise kommerzialisiert, dass sie in jedem Konzerthaus bereit-

43 Berlioz: *Memoiren*, S. 431.

44 *Neue Zeitschrift für Musik* 22 (1855), Bd. 43, S. 239 (Hervorhebung im Original).

45 Berlioz: *Memoiren*, S. 429.

46 Ebd., S. 580.

47 Berlioz: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, S. 805.

stand. Berlioz war also abhängig von einem einzelnen Spezialisten. Natürlich wollte er diese Abhängigkeit loswerden und so versteht sich auch sein dringender Wunsch, die Verbreitung dieser Apparatur möge nicht mehr länger auf sich warten lassen, denn »[d]ie großen Opernhäuser, die Kirchen und Konzertsäle sollten schon längst damit versehen sein.«[48]

Im darauf folgenden Jahr 1856 begann Berlioz die Arbeit für sein ambitioniertestes Werk, die Oper *Les Troyens*. Um die Musiker hinter der Bühne zu dirigieren, sah er ein *métronome électrique* mit drei Zweigen vor, die entsprechende Eintragung findet sich schon im Autograph der Partitur. Die Verwendung des *métronome électrique* ist vorgeschrieben, Berlioz gibt keine Alternative an für den Fall, dass keines vorhanden ist (Abb. 3.4).

Abbildung 3.4: Les Troyens, Finale des 1. Aktes, Autograph S. 243 »Ce final doit être dirigé par le chef d'orchestre avec un métronome électrique à trois fils pour maintenir l'ensemble des trois groupes placés au loin derrière la scène, et de l'orchestre de la salle«.

3.3 Wer erfand das *métronome électrique*?

Berlioz erwähnt an mehreren Stellen den belgischen Mechaniker, der ihm das elektrische Metronom installiert habe. Er nennt zwar seinen Namen Verbrugghe, macht aber keine detaillierteren Angaben, weder darüber, wer diese Person ist, noch wo und wie er sie ausfindig gemacht hat. Gerade weil es dazu keine Äußerungen gibt, kann man annehmen, dass es sich um eine Zufallsbekanntschaft handelte und Berlioz nicht aktiv nach jemandem suchte, der ihm ein *métronome électrique* bauen und im Theater einrichten würde. Es stellt sich nun die Frage, ob Verbrugghe bereits am Théâtre du cirque beschäftigt war und dort in Kenntnis des Theaterbetriebs und im Wissen um die Synchronisationsschwierigkeiten bei hinter den Kulissen platzierten Musiker·innen bereits ein *métronome électrique* konstruiert hatte. In diesem Falle hätte Berlioz diese Apparatur vorgefunden und sie, gerade weil es sich um einen lang gehegten Wunsch handelte, auch sofort mit Enthusiasmus für seine Aufführungen von *L'enfance du Christ* eingesetzt. Als »Entdeckung« bezeichnet sie Berlioz auch in einem Brief, den er aus Brüssel schrieb:

48 Berlioz: *Instrumentationslehre. Ergänzt und revidiert von Richard Strauss*, S. 447.

»Cette découverte, que j'appellais depuis dix ans et que j'ai indiquée dans ma nouvelle d'*Euphonia* […].«[49] Andererseits wäre es auch denkbar, dass Berlioz mit Verbrugghe außerhalb des Theaters bekannt gemacht wurde und ihn kurzerhand beauftragte, das *métronome électrique* zu realisieren. Im selben Brief spricht Berlioz nämlich auch davon, dass er einen geschickten Mechaniker gefunden habe, der diesen Apparat für ihn gebaut habe: »J'ai trouvé ici (vous pouvez le dire) un mécanicien très ingénieux qui m'a fait un métronome électrique.«[50] Dass Verbrugghe jemand war, der im Auftrag von Berlioz arbeitete, darauf deutet auch die Stelle im *Traité* hin, wo Berlioz schildert, wie er nachträgliche Verbesserungsvorschläge anbringt: »Je fis remarquer ce défaut à M. Verbrugghe qui remplaça la plaque de cuivre.«[51] Wie auch immer: Berlioz hat in Brüssel wohl kaum eine gebrauchsfertige, bereits in der Praxis erprobte Apparatur vorgefunden, sondern eher die Bastelei eines genialen, aber ansonsten unbekannten Mechanikers.

Später im Jahr schreibt die lokale Zeitung *Pilote du Calvados* über Berlioz' bevorstehendes Konzert bei der Weltausstellung. In der Ausgabe vom 13. November 1855 wird nicht nur das Programm bekannt gegeben, sondern auch darüber berichtet, dass Berlioz ein *métronome électrique* verwenden werde, das von einem belgischen Mechaniker gebaut wurde und das in Frankreich noch unbekannt sei:

> Il [Berlioz] dirigera cette immense armée musicale […] et transmettra des signaux instantanés aux aides-de-camp placés sous ses ordres, à l'aide d'un métronome électrique à cinq branches, construit tout exprès par M. Werbrugghe, mécanicien belge. Cet instrument est une des plus précieuses applications de la physique à l'art musical. Berlioz s'en est déjà servi plusieurs fois en Belgique […]. En France, on ne le connaît pas encore.[52]

In einer späteren Ausgabe des *Pilote* regt sich darauf Widerspruch. Jemand anderes habe Anspruch auf die Priorität dieser Erfindung: ein Mechaniker aus Bayeux mit dem Namen Tassine.

---

49 Brief Nr. 1924 an Gaetano Bellini, 19. März 1955, Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, S. 36.

50 Ebd.

51 Berlioz: *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes, nouvelle édition revue, corrigée, augmentée de plusieurs chapitres sur les instruments récemment inventés, et suivie de ›L'art du chef d'orchestre‹*, S. 309.

52 Pilote du *Calvados*, 13. November 1855, S. 2. »Er [Berlioz] wird diese riesige musikalische Armee […] anführen und mithilfe eines *métronome électrique* mit fünf Zweigen, das speziell von Herrn Werbrugghe, einem belgischen Mechaniker, gebaut wurde, unverzögert Signale an die ihm unterstellten Adjutanten senden. Dieses Instrument ist eine der wertvollsten Anwendungen der Physik auf die Kunst der Musik. Berlioz hat es in Belgien bereits mehrmals verwendet […]. In Frankreich ist es noch nicht bekannt.« (Übersetzung des Autors).

> Dans le courant du mois de *septembre dernier,* il [Tassine] a établi et fait fonctionner un appareil semblable dans la Cathédrale de Bayeux. Le maître de chapelle, en dirigeant le chœur des exécutants, a *les deux mains entièrement libres:* un léger mouvement de la point du pied lui suffit pour communiquer à l'organiste, par le fil conducteur, tous les temps de la mesure, qu'il marque en même temps de la main droite aux artistes qui l'entourent. Il est à remarquer que l'organiste, placé dans une tribune complètement isolée, ne peut voir le chef d'orchestre, ni même entendre les exécutants.[53]

Mit unverhohlenem Lokalpatriotismus kommt der Artikel zum Schluss, dass somit die Erfindung und die erste Anwendung eines *métronome électrique* einem Bayeusain und nicht einem Belgier zu verdanken seien. Im biografischen Wörterbuch *Nouvelle biographie normande* gibt es einen Eintrag zu Francois-Eugène Tassine (1819–75).[54] Er war ein Holz- und Metalldrechsler, der dieses Handwerk auch für den Instrumentenbau einsetzte. Er erfand etliche Dinge darunter ein *Métronome électrique,* was auf 1854 datiert ist. Tassine war nicht nur Mechaniker, sondern auch Kontrabassist an der Kathedrale von Bayeux. Damit erlebte er bei Proben und Konzerten aus nächster Nähe, wie sich die Problematik des Zusammenspiels mit einem entfernten Organisten auswirkt, und erkannte so den Bedarf, den es in der musikalische Praxis für ein *métronome électrique* geben könnte. Eine ähnliche Situation ließe sich auch für Verbrugghe konstruieren: Möglicherweise war er Orchestermusiker an der Oper und deshalb mit der Problematik der Synchronisation von Fernorchestern und -chören aus der Praxis gut vertraut. Jedenfalls nennt Berlioz in seiner Korrespondenz Verbrugge tatsächlich einmal »musicien«.[55]

Eine Übersicht über die Anwendungen der Elektrizität in der Mitte des 19. Jahrhunderts gibt der dritte Band *Applications Mécaniques, Physiques et Physiologiques* der 1857 erschienenen Publikation *Exposé des applications de l'électricité* von

---

53 Wiedergegeben im *l'Indicateur de Bayeux*, 11. Dezember 1855, S. 3, und ebenso abgedruckt in Theodose du Moncel: *Exposé des applications de l'électricité. Tome troisième. Applications mécaniques, physiques et physiologiques*, Paris: L. Hachette et Ce 1857, S. 124 (Hervorhebungen im Original). »Im Laufe des vergangenen Septembers errichtete und betrieb er [Tassine] ein ähnliches Gerät in der Kathedrale von Bayeux. Der Chorleiter hat, während er den Chor der Ausführenden leitet, beide Hände völlig frei: Eine leichte Bewegung der Fußspitze genügt, um dem Organisten über den elektrischen Draht Zählzeiten mitzuteilen, die er mit seiner rechten Hand den Künstlern um ihn herum markiert. Es ist zu beachten, dass der Organist, der sich auf einer völlig isolierten Empore befindet, den Dirigenten nicht sehen und die Ausführenden nicht einmal hören kann.« (Übersetzung des Autors).

54 Noémi-Noire Oursel: *Nouvelle biographie normande*, Paris: Picard 1886–1912.

55 Brief Nr. 2034 an unbekannt, 21. Oktober 1855: »Berlioz demande à son correspondant de faire parvenir une lettre à M. Van Bruge, ›le musicien qui avait fait le métronome électrique dont je me suis servi au Théâtre du Cirque…‹«; Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, S. 172.

Théodose du Moncel, einem bekannten französischen Wissenschaftler, der sich stark dafür einsetzte, die Elektrizität populär zu machen. Inmitten der ausführlichen Aufzählungen von elektrischen Anwendungen für Industrie, Telegrafie, Beleuchtung oder Medizin befindet sich auch ein Kapitel zu den *Applications de l'électricité aux beaux-arts*. Dort werden elektromagnetisch gesteuerte Klaviere und Orgeln besprochen und auch dem *métronome* électrique ein Abschnitt gewidmet.[56] Zunächst wird vom Konzert bei der Weltausstellung 1855 berichtet und von einem Metronom, das mit Elektrizität funktioniere und dessen Erfindung man einem Belgier zuschreibe. Darauf wird der Prioritätsanspruch von Tassine erwähnt und mit dem Zitat des genannten Zeitungsartikels dokumentiert. Rund dreißig Jahre später steuert Moncel zu *La musique historique, méthodes et instruments* das Kapitel *Application de l'électricité aux instruments musicaux* bei.[57] Auch dort schreibt er über das *métronome électrique*, das benötigt werde, wenn ein Dirigent mehrere weit voneinander entfernte Orchester zu dirigieren habe, wie das bei großen Kathedralenzeremonien oder öffentlichen Feiern oft der Fall sei. Hier beginnt Moncel seine Ausführungen direkt mit Tassine, dem er zuschreibt, als Erster die Idee zu dieser Anwendung von Elektrizität gehabt zu haben, und den er gleich selbst zu Wort kommen lässt, um seine Apparatur zu beschreiben. Die nun folgenden Beschreibungen, die Moncel als wörtliches Zitat wiedergibt, sind technisch viel detaillierter als diejenigen von Berlioz im *Traité*, hier spricht nun tatsächlich ein Mechaniker. Ein kleiner Eisenstab, der in einem mehr oder weniger langen Taktstock endet, wird von einem Elektromagneten nach unten gezogen und von einer Feder wieder zurückgestellt. Das elektromagnetische Metronom steht beim Organisten, der Signalgeber im Chor der Kathedrale. Der Dirigent kontrolliert den elektrischen Strom mit dem Signalgeber, der auf den Boden oder das Dirigentenpult gelegt wird, um entweder mit dem Fuß oder der Hand betätigt zu werden. Jeder Taktschlag bewirkt ein kurzes Aufschlagen des Eisenstabs auf dem Magneten, was vom begleitenden Organisten sowohl gehört als auch gesehen wird.

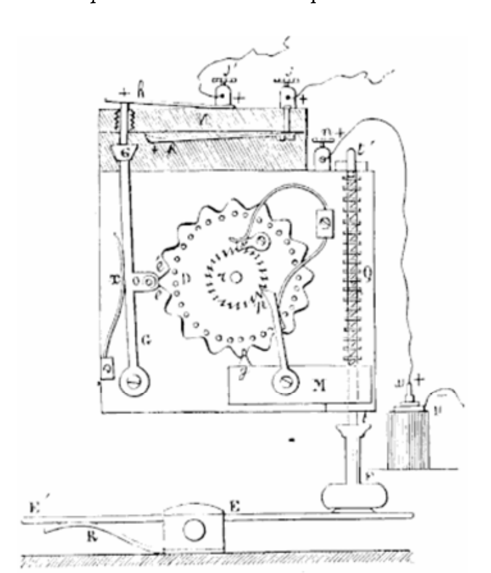
Erst nach dieser Beschreibung wird Berlioz' Konzert bei der Weltausstellung von 1855 erwähnt. Wiederum weist Moncel darauf hin, das der Erfindung des belgischen Mechanikers Werbrugghe diejenige von Tassine vorausgegangen sei. Nun zeigt sich aber, dass sich Moncels Kenntnisstand offensichtlich in den letzten dreißig Jahren verändert hat, denn anschließend erwähnt er noch ein weiteres *métronome électrique*, dasjenige von Jules Duboscq, das in der Oper verwendet wurde, um Chöre hinter den Kulissen zu synchronisieren. Duboscq (1817–86) war ein

56 Moncel: *Exposé des applications de l'électricité. Tome troisième. Applications mécaniques, physiques et physiologiques*, S. 123–25.

57 Theodose du Moncel: *Application de l'électricité aux instruments musicaux*, in: F. Boudoin et al. (Hg.): *La musique historique, méthodes et instruments*, Paris: Eugène Lacroix et Cie 1886, S. 89–117, hier S. 114–116.

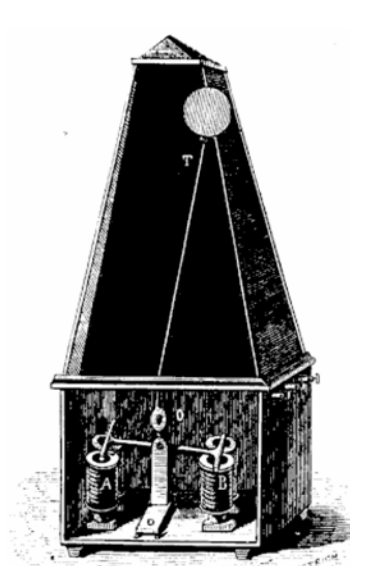
Optiker, Ingenieur und Photograph der in Paris lebte. Bekannt wurde er vor allem für seine präzisen optischen Instrumente, zu seinen bekanntesten Entwicklungen gehören der Heliostat, den er für Léon Foucault baute, eine Stereokamera oder ein Saccharimeter. Aufgrund seiner Kenntnisse in der Lichtbogentechnik war Duboscq auch mehrere Jahre lang für das erste elektrische Beleuchtungssystem der Pariser Opéra verantwortlich. In diesem Zusammenhang erfand er für die Theaterbühne nicht nur etliche Maschinen für Spezialeffekte wie Nebel, Blitz und Donner, sondern auch ein *métronome électrique.* In einem Katalog preist Dusboscq seine Entwicklungen für das Theater an. Nach etlichen Apparaten für Beleuchtungseffekte wird auch das *métronome électrique* erwähnt, das erstmals am 3. März 1869 für die Premiere der Neufassung von Charles Gounods *Faust* verwendet wurde. Es besteht aus zwei Teilen: Einem *transmetteur* im Orchestergraben und einem *récepteur* auf der Bühne (Abb. 3.5 und 3.6). Als Preis, zwei Bunsenelemente[58] inklusive, werden im Katalog 200 Francs angegeben.[59]

Abbildung 3.5: Der transmetteur *von Duboscqs* métronome électrique.



Quelle: Duboscq, *Catalogue des appareils employés pour la production des phénomènes physiques au théâtre*, S. 17.

Abbildung 3.6: Der récepteur *von Duboscqs* métronome électrique.



Quelle: Duboscq, *Catalogue des appareils employés pour la production des phénomènes physiques au théâtre*, S. 16.

58 Ein von Robert Bunsen 1841 erfundenes galvanisches Element.

59 Jules Duboscq: *Catalogue des appareils employés pour la production des phénomènes physiques au théâtre*, Paris: chez J. Duboscq 1877, S. 16 f.

Moncel schildert in *Application de l'électricité aux instruments musicaux,* weshalb Duboscqs Erfindung technisch besonders raffiniert war. Bei anderen, vergleichbaren Apparaten führte die Rückstellfeder zu zwei Unannehmlichkeiten: Erstens wurden die Taktschläge mit einer leichten Verzögerung angegeben, weil die Feder dem Elektromagneten entgegenwirkte, und zweitens kam es wegen der Elastizität der Feder zu einem Nachschwingen des Taktstocks, das es schwierig machte, dem Takt zu folgen. Es ist zu vermuten, dass auch Berlioz mit solchen technischen Mängeln konfrontiert war. Er wollte es aber nicht eingestehen, weil es sich bei seinem *métronome électrique* ja um eine sich erfüllende Prophezeiung handelte. Vielleicht lag auch gerade in solchen Mängeln der Grund, weshalb Berlioz diesen Apparat nur einige wenige Male verwendete. Dubosqs Metronom hingegen überwand laut Moncel diese technischen Probleme. Der *récepteur* funktionierte mit zwei Magneten, die den Taktstock alternierend in die eine oder andere Richtung zogen. Dafür musste der *transmetteur* etwas aufwendiger konstruiert sein: Jeder Tastendruck bewegte ein Sperrrad um eine Klinke vorwärts, wodurch abwechselnd zwei Stromkreise geschlossen werden konnten.[60]

In der 1908 erschienenen Studie *La science au théâtre,* die einen Überblick über verschiedene Anwendungen von Theatertechnik gibt, wird das *métronome électrique* von Duboscq ebenfalls erwähnt und in eine Reihe mit drei weiteren Erfindungen gestellt.[61] Der Komponist Victor Massé ließ sich vom Ingenieur Lartigue einen Apparat bauen, bei dem der Taktstock des Dirigenten der *transmetteur* ist und der *récepteur* aus einer von einem Elektromagneten bewegten Nadel bestand, die auf einen Bildschirm projiziert wurde. Der Ingenieur M. Samuel konstruierte einen Apparat, bei dem über vier Tasten vier Elektromagnete gesteuert wurden. Der Ingenieur Jules Carpentier erfand ebenfalls ein *métronome électrique,* das in der Opéra verwendet wurde und ein besonders raffiniertes Anzeigegerät besaß. Auf einer schwarzen Tafel waren zwei Schlitze in der Form eines V angeordnet. Dahinter befand sich je ein Stab mit einer schwarzen und einer weißen Seite, der durch einen Elektromagneten rotiert werden konnte. Indem hinter den Schlitzen abwechselnd die weiße Seite des Stabs erschien, konnte eine optische Scheinbewegung erzeugt werden. Von Berlioz oder Verbrugghe ist in der Studie *La science au théâtre* nichts zu lesen.

Berlioz erinnerte sich 1861 nochmals an das *métronome électrique* und verwendete es für eine Neuinszenierung von Glucks *Alceste* im Jahre 1861, wie er in seinen Memoiren schreibt:

60 Moncel: *Application de l'électricité aux instruments musicaux,* S. 115.

61 Alfred de Vaulabelle/Charles Hémardinquer: *La Science au théâtre. Étude sur les procédés scientifiques en usage dans le théâtre moderne,* Paris: Henry Paulin et Cie 1908, S. 194–196.

> Depuis lors, la plupart des théâtres lyriques ont adopté l'emploi du métronome électrique pour l'exécution des chœurs placés derrière la scène, et quand les maîtres de chant ne peuvent ni voir la mesure ni entendre l'orchestre. L'Opéra seul s'y était refusé; mais quand j'y dirigeai les répétitions d'Alceste, j'obtins l'adaption de ce précieux instrument.[62]

Wer es war, der ihm das *métronome électrique* einrichtete, darüber verliert Berlioz kein Wort, ebenso erfährt man nicht, ob es sich um denselben Mechanismus handelte, wie ihn sechs Jahre zuvor Verbrugghe gebaut hatte. Im Feuilleton des *Journal des débats*, erwähnt Berlioz das *métronome électrique* drei Mal zwischen September 1861 und Januar 1862. Im ersten Beitrag schildert er die Probenarbeit an seinem *Requiem* und wie er die Koordination zu den entfernt aufgestellten Bläsern meistern konnte. Das *métronome électrique* hätte hier von Nutzen sein können:

> […] et moi, placé dans l'autre salle avec le grand orchestre et le chœur, je les suivrai de mon mieux. Un métronome électrique me mettrait à même de conduire le tout sans difficulté, mais il est malheureusement impossible, vu le peu de temps dont on dispose, pour préparer la salle, d'en établir un.[63]

Im zweiten Beitrag berichtet Berlioz aus gegebenem Anlass von den Probenarbeiten zu *Alceste*, wo er das *métronome électrique* tatsächlich verwendete:

> Les choristes qui chantent au loin derrière le théâtre suivent avec une régularité parfaite la mesure de l'orchestre, qu'ils ne peuvent entendre cependant. Il y a quinze jours, cet ensemble eût été impossible; le métronome électrique n'était pas encore introduit à l'Opéra.[64]

---

62 Berlioz: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, S. 805 f. »Seither wird das elektrische Metronom an den meisten Opernhäusern benutzt, wenn der Chor hinter der Szene singt und der Chorleiter weder den Dirigenten sehen noch das Orchester hören kann. Nur die Opéra hatte es abgelehnt, davon Gebrauch zu machen; doch als ich dort die Proben zu *Alkestis* leitete, setzte ich die Einführung dieses wertvollen Hilfsmittels durch.« Berlioz: *Memoiren*, S. 580.

63 *Journal des débats*, 12. September 1861, S. 2; der gesamte Text erscheint mit kleinen Änderungen auch in À travers chants, aber die hier zitierte Passage zum *métronome électrique* ist weggelassen. »[…] und ich, zusammen mit dem großen Orchester und dem Chor im anderen Raum platziert, werde ihnen folgen, so gut ich kann. Ein *métronome électrique* würde es mir ermöglichen, das Ganze ohne Schwierigkeiten zu dirigieren, aber es ist leider unmöglich, eines einzurichten, angesichts der kurzen Zeit, die zur Vorbereitung des Saales zur Verfügung steht.« (Übersetzung des Autors).

64 *Journal des débats*, 24. Oktober 1861, S. 2; erscheint vollständig in À travers chants, S. 209. »Die Choristen, die in der Ferne hinter den Kulissen singen, folgen mit vollkommener Regelmäßigkeit dem Takt des Orchesters, das sie jedoch nicht hören können. Noch vor zwei Wochen wäre dieses Zusammenspiel unmöglich gewesen; das *métronome électrique* war an der Opéra noch nicht eingeführt worden.« (Übersetzung des Autors).

Und schließlich:

> Tous les théâtres lyriques qui se respectent […] devraient tous avoir aussi un métronome électrique; la précision rhythmique ne serait plus détruite par l'éloignement, et les voix s'accorderaient alors aussi bien avec les mouvemens du chef d'orchestre qu'avec le ton des instruments.[65]

* * *

Beim *métronome électrique* handelt es sich um die erste Anwendung von technikgestützter Tempovermittlung in einer Aufführungssituation. Dieses technische System ermöglichte, Musiker ohne Sichtkontakt mit ›telegrafischen‹ Mitteln zu synchronisieren. Es ist anzumerken, dass das *métronome électrique* ein Hilfsmittel war, das nicht auf einen rhythmischen Sachverhalt abzielte, sondern auf einen klanglichen. Die Motivation für seine Verwendung waren die musikalischen Effekte, die durch die räumliche Aufstellung der Ausführenden erzielt werden konnten, z. B. durch einen Chor hinter der Bühne. Von solchen räumlichen Klangwirkungen geht auch heute noch eine Attraktivität aus und sie bietet immer noch Anlass, technikgestützte Tempovermittlung zu verwenden.

Obwohl Berlioz in den Partituren einiger Stück das *métronome électrique* fordert, führte er diese Stücke ohne technische Hilfsmittel auf. Das war deshalb gut möglich, weil die Stücke so komponiert sind, dass sie eine zusätzliche zeitliche Präzision nicht essenziell benötigen. Weshalb Berlioz diese Anweisungen dennoch in die Partituren schrieb, mag verschiedene Gründe haben: Die Zufallsbekanntschaft mit Verbrugghe und seiner Apparatur war vermutlich der Auslöser. Ferner war Berlioz wahrscheinlich beeindruckt davon, dass das *métronome électrique* an der vordersten Front der technischen Errungenschaften der Zeit stand. Und er mag Gefallen an der Idee gefunden haben, dass diese technische Apparatur ihm als Dirigenten noch mehr Kontrolle über die Ausführenden gab.

Unklar bleibt, wie verbreitet elektrische Metronome tatsächlich waren. Berlioz schreibt im 1864 verfassten *Postface* seiner Memoiren: »Depuis lors, la plupart des théâtres lyriques ont adopté l'emploi du métronome électrique […].«[66] Handelt es sich dabei um Wunschdenken, oder hatte Berlioz tatsächlich Kenntnis von anderen Systemen? Möglicherweise kommt in dieser Äußerung auch die Ent-

---

65 *Journal des débats*, 28. Januar 1862, S. 2; erscheint nicht in *À travers chants*. »Alle Opernhäuser mit Selbstachtung […] sollten auch über ein *métronome électrique* verfügen; die rhythmische Präzision würde nicht mehr durch die Entfernung zerstört und die Stimmen würden sowohl mit den Bewegungen des Dirigenten als auch mit dem Klang der Instrumente zusammenpassen.« (Übersetzung des Autors).

66 Berlioz: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, S. 805 f.

täuschung zum Ausdruck, dass ›sein‹ Metronom doch nicht die sensationelle Berühmtheit erlangte, die er sich erwünscht hatte. In einem Brief an den Dirigenten Eusèbe Lucas erwähnt Berlioz das *métronome électrique* und fährt dann fort:

> Je ne sais de quelle nature est le vôtre, mais après ce que vous m'en dites il parait devoir être également très utile. Je désire qu'il se répande, comme celui de M. Werbrugghe se répand maintenant.[67]

Muss man davon ausgehen, dass Lucas in Monte-Carlo einen vergleichbaren Apparat hatte? Standen diese Apparate an verschiedenen Opernhäusern zur Verfügung? Sprach man einfach nicht darüber, so wie man auch andere selbstverständliche Bestandteile der technischen Theaterinfrastruktur kaum erwähnt? Moncel schreibt in den *Application de l'électricité aux instruments musicaux:* »Ce système d'appareils est maintenant souvent employé dans les concerts monstres à plusieurs orchestres et sur les théâtres; mais les applications électriques sont aujourd'hui tellement répandues, qu'on ne fait plus guère attention à des systèmes électriques aussi peu importants«.[68] Der erste Teil dieser Äußerung lässt vermuten, dass Moncels Kenntnis des Musikbetriebs nur auf Berichterstattungen über Berlioz' Konzerte im Rahmen der *Exposition Universelle* 1855 beruht. Damit ist anzunehmen, dass der zweite Teil ein Fehlschluss ist. Elektrische Metronome wurden nicht deshalb so wenig beachtet, weil elektrische Anwendungen inzwischen schon weit verbreitet waren, sondern weil es sie tatsächlich nur selten gab.

---

67 Brief Nr. 2054 an Eusèbe Lucas, 30. November 1855, Berlioz: *Correspondance générale. V. 1855–1859*, S. 196. »Ich weiß nicht, von welcher Art das Ihre ist, aber nach dem, was Sie mir sagen, scheint es ebenfalls sehr nützlich zu sein. Ich möchte, dass es sich verbreitet, so wie das von Herrn Werbrugghe.« (Übersetzung des Autors).

68 Moncel: *Application de l'électricité* aux instruments musicaux, S. 115. »Dieses Apparatesystem wird heute oft in Monsterkonzerten mit mehreren Orchestern und in Theatern eingesetzt; aber elektrische Anwendungen sind inzwischen so weit verbreitet, dass solchen unwichtigen elektrischen Systemen kaum Beachtung geschenkt wird.« (Übersetzung des Autors).

4. Die Mechanisierung des Tempos: von Galileos Pendel bis zu Mälzels Metronom

> Mälzel hat übrigens seiner Maschine a b s o - l u t e Anwendbarkeit gegeben, indem er seine Grade nach der allgemeinen verbreiteten, astronomisch ermessenen Zeiteintheilung eingerichtet hat.
> *Adolf Bernhard Marx*[1]

Mälzels Metronom steht paradigmatisch für die maschinelle Fixierung des Tempos. Seit seiner Erfindung im frühen 19. Jahrhundert bis zum heutigen Tag wird es verwendet und auch seine ursprüngliche Maßeinheit ›Schläge pro Minute‹ hat ihre Gültigkeit bewahrt. Selbst wenn neben die originale Bauweise mit Pendel und verschiebbarem Gewicht noch andere, auch elektronische Formen getreten sind, hat sich am Prinzip der akustischen Tempovermittlung durch regelmäßige kurze Schallsignale nichts geändert. Mälzels Metronom war jedoch nicht der erste Apparat, der für den Zweck entwickelt wurde, das musikalische Tempo mechanisch zu erfassen. Vielmehr steht seine Erfindung am Ende eines längeren Entwicklungsprozesses, der noch eine Reihe anderer Apparate hervorgebracht hat.

Im Gegensatz zu den technischen Systemen, die in den vorhergehenden Kapiteln behandelt wurden, waren Mälzels Metronom und seine Vorläufer nicht dazu gedacht, in einer Aufführungssituation verwendet zu werden. Sie dienten eher dazu, das musikalische Tempo zu vermessen und in einer objektiven Form festzuhalten. Aber weshalb war eine solche Objektivierung des Tempos mit einem technischen Hilfsmittel überhaupt notwendig? Das Argument, das hierzu ins Feld geführt wird, liest sich immer wieder ganz ähnlich: Eine Tempoangabe mit Wörtern wie Adagio, Andante, Allegro oder Presto sei zu pauschal und ihre Auslegung zu subjektiv. Es ist jedoch interessant, dieses Argument genauer unter die Lupe zu nehmen. Wer äußerte es und in welchem Zusammenhang? Waren es die praktizierenden Musiker oder die Erbauer dieser mechanischen Tempomessgeräte?

---

1 Adolf Bernhard Marx: Art. Chronometer, in: *Encyclopädie der gesammten musikalischen Wissenschaften, oder Universal-Lexicon der Tonkunst*, Bd. 2, Stuttgart: Franz Heinrich Köhler 1840, S. 239– 241, hier S. 239 (Hervorhebung im Original).

In der Folge soll versucht werden, einerseits die Entwicklungen, die zu Mälzels Metronom führten, in einen kulturellen Kontext zu stellen, und andererseits die verschiedenen Wirkkräfte und Akteure aus Wissenschaft, Musikpraxis und Mechanik als selbständige, parallele – wenn auch teilweise interagierende – Stränge zu betrachten.

Eine wichtige kulturelle Vorbedingung für die Mechanisierung des musikalischen Tempos war die Entwicklung der mechanischen Uhr (oft auch als Räderuhr bezeichnet) im Spätmittelalter. Diese Entwicklung markiert eine wichtige technik- und sozialgeschichtliche Wende in der Geschichte Europas und hat für den Weg in die industrielle Zivilisation eine ebenso große Bedeutung wie der Buchdruck oder das Schießpulver.[2] Obwohl die mechanische Uhr selbst in der musikalischen Praxis keine unmittelbare Verwendung fand, wurden durch ihre Erfindung kulturelle Prozesse angestoßen, die sich später auch auf die Musik auswirkten.

Im 16. Jahrhundert begann die wissenschaftliche Revolution. Als Schlüsselereignis wird die Publikation *De revolutionibus orbium coelestium* genannt, in der Nikolaus Kopernikus 1543 das heliozentrische Weltbild formulierte. Es erwachte ein neues Interesse an Naturwissenschaften und führte zu einem Wandel der Methoden und Praktiken des Wissenserwerbs. Man begann, die Welt durch Rationalisierung zu verstehen, die Natur von außen zu beobachten und in Experimenten systematisch zu vermessen. Dazu gehörte auch die Zeitmessung, die man nun auch auf die zeitlichen Aspekte der Musik anwenden wollte. Als Folge davon dachten sich Erfinder, Theoretiker und Gelehrte Apparate und Zeitmaßstäbe aus, um das musikalische Tempo zu quantifizieren. Es ist wichtig zu verstehen, dass, obwohl stets auf den musikpraktischen Nutzen dieser Apparate und Zeitmaßstäbe verwiesen wurde, die Motivation, die zu ihrer Entwicklung geführt hatte, oft primär wissenschaftlich war.

Dass es aufführungspraktisch von größter Bedeutung ist, das ›richtige‹ Tempo zu treffen und damit den Affekt der Musik wiederzugeben, wurde auch von den praktizierenden Musikern hervorgehoben. Es herrschten jedoch verschiedene Ansichten darüber, ob eine gelungene Tempowahl allein auf einer guten Ausbildung beruhe, oder ob in gewissen Fällen nicht auch ein außermusikalisches Mittel als pädagogische Hilfestellung hinzugezogen werden sollte. Gewisse Stimmen plädierten für ein physiologisches Hilfsmittel (z. B. den Pulsschlag) andere für ein mechanisches (z. B. ein Pendel).

Beflügelt von den mechanischen Fortschritten der Uhrmacherei wurden auch für die musikalische Tempomessung etliche auf Uhrwerken basierende Maschinen erfunden. Mälzels Metronom setzte sich schließlich durch, was einerseits an

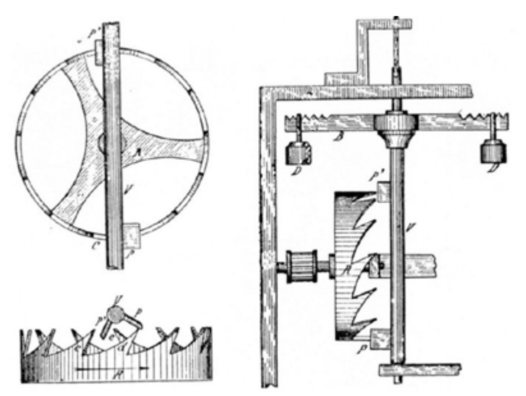
2 Gerhard Dohrn-van Rossum: *Mechanische Uhren, moderne Zeitordnungen und die Wissenschaften im Spätmittelalter,* in: Wolfgang Kautek/Reinhard Neck/Heinrich Schmidinger (Hg.): *Zeit in den Wissenschaften,* Wien: Böhlau 2016, S. 9–44, hier S. 9.

der technischen Reife dieses Apparats lag, andererseits aber auch an einer äußerst geschickten Vermarktung.

4.1 Vorgeschichte: Die Quantisierung der Zeit

Die epochale Erfindung, die erst die Entwicklung der mechanischen Uhr ermöglichte, war die mechanische Hemmung (Abb. 4.1). Andere Bauteile der mechanischen Uhr wie Gewichtsantrieb, Zahnräder oder drehende Zeiger waren vorher schon bekannt.[3] Erst die Hemmung macht aus einem frei ablaufenden Getriebe eine Uhr, indem sie den Gleichlauf der Mechanik quantisiert. Es wird angenommen, dass die Hemmung aus dem Mechanismus für den repetierenden Glockenschlag entwickelt wurde.[4] Ein Zusammenhang zwischen Technikgeschichte und Kulturgeschichte zeigt sich darin, dass mit dieser Erfindung im Spätmittelalter ein Wandel von Zeitbewusstsein und -vorstellung einherging. Es ist aber nicht klar, welche historischen Faktoren als Ursache und welche als Wirkung fungieren. Die technische Erfindung als Ursache zu sehen, ist griffig, aber nicht zwingend. Ebenso gut ist denkbar, dass es komplexe Wechselbeziehungen gab oder ein neues Zeitgefühl die für seine Bedürfnisse erforderliche mechanische Lösung hervorbrachte.[5]

Abbildung 4.1: Uhrwerkhemmung mit Foliot (B) als Gangregler. Die verschiebbaren Gewichte (D) bestimmen das Trägheitsmoment des Balkens und regulieren so den Gang der Uhr.



Quelle: Wikimedia, gemeinfrei.

3 Ebd., S. 9 f.

4 Gerhard Dohrn-van Rossum: *Die Geschichte der Stunde*, München: dtv 1995, S. 102 f.

5 Frank Hentschel: *Von der gefühlten zur gemessenen Zeit. Die Entstehung der Mensuralmusik und die Erfindung der mechanischen Uhr*, in: *Acta musicologica* 86 (2014), S. 5–30, hier S. 18.

Für das Auftauchen einer Hemmung gibt es einen allgemein akzeptierten und plausiblen terminus post quem: Der Astronom Robertus Anglicus erwähnt 1271 in einem Kommentar zum Lehrbuch *De Sphaera* von Johannes de Sacrobosco die zu diesem Zeitpunkt vergeblichen Versuche, ein ›horologium‹ zu bauen, das zwischen zwei Sonnenaufgängen genau eine Umdrehung macht.[6] Interessanterweise wurde dieser bedeutsame technische Durchbruch von den Zeitgenossen um 1300 überhaupt nicht wahrgenommen. Dies könnte darauf hinweisen, dass es entweder ein allmählicher Prozess war – das Datum 1271 schließt ja nicht aus, dass bereits lange an dieser Erfindung gearbeitet worden war – oder dass es sich bei der Hemmung nicht um eine einzelne ›Erfindung‹, sondern um mehrere parallele Entwicklungen von technischen Varianten über einen gewissen Zeitraum und an verschiedenen Orten handelte.[7] Jedenfalls gibt es für die Erfindung der Hemmung in Europa kein Datum, keinen Ort und keinen Erfinder.[8] Hingegen berichtet eine Mailänder Chronik im Jahre 1336 von einer sensationellen Neuerung: Der Stadtfürst Azzo Visconti habe eine Uhr bauen lassen, die in der ersten Stunde einmal, in der zweiten zweimal usw. schlage.[9] Erst dieses stundenschlagende Uhrwerk wurde als großartige Erfindung gefeiert.

Stunden wurden im 14. Jahrhundert als Teile des Volltags und nicht als die Summe von 60 Minuten verstanden. Falls Stunden weiter unterteilt werden mussten (in Halbe, Viertel, Achtel etc.), wurde dies im Alltag mit Sanduhren – die nicht vor, sondern zeitgleich mit der Räderuhr auftauchten – gemessen. Weil sich stundenschlagende Uhrwerke nicht auf Stunden mit ständig wechselnder Dauer einstellen ließen, musste man im öffentlichen Leben zu den modernen, gleichlangen Stunden übergehen. Mit der Verbreitung von öffentlichen Uhren entwickelten sich in allen europäischen Städten immer komplexere Zeitordnungen: Termine für Gottesdienste und Ratsgremien, Stundenpläne für Schulen usw.[10] Die rasche Verbreitung im städtischen Umfeld zeigt, dass es ein kulturelles Bedürfnis für einen solchen Zeitmesser gab. Aus heutiger Sicht scheint eine Zeitmessung in ganzen Stunden recht grobmaschig, doch erst rund 300 Jahre später, nachdem die Isochronie der Pen-

---

6 Dohrn-van Rossum: *Mechanische Uhren, moderne Zeitordnungen und die Wissenschaften im Spätmittelalter*, S. 12.

7 Auch in China erfand der Universalgelehrte Su Song (1020–1101) um das Jahr 1088 eine wassergetriebene astronomische Uhr mit einem Hemmungsregler, der bewirkte, dass sich das Wasserrad nur in abgemessenen Schritten drehen konnte. Es gibt keine Evidenz, dass dieses Wissen nach Europa gelangte. Vgl. Hong-Sen Yan: Su Song's Escapement Regulator, in: *Reconstruction Designs of Lost Ancient Chinese Machinery*, Dordrecht: Springer Netherlands 2007, S. 163–198.

8 Dohrn-van Rossum: *Mechanische Uhren, moderne Zeitordnungen und die Wissenschaften im Spätmittelalter*, S. 14.

9 Dohrn-van Rossum: *Die Geschichte der Stunde*, S. 106 f.

10 Dohrn-van Rossum: *Mechanische Uhren, moderne Zeitordnungen und die Wissenschaften im Spätmittelalter*, S. 24.

delschwingung entdeckt worden war, tauchte in den Wissenschaften und im Sport auch die quantifizierende Zeitmessung in Minuten und Sekunden auf.[11]

Nexus zu Mensuralnotation

Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Erfindung der mechanischen Uhr und einer der folgenreichsten Umwälzungen der europäischen Musikgeschichte, nämlich der Entstehung eines Zeichensystems zur Differenzierung von rhythmischen Werten zwischen ca. 1150 und 1350? Mit der Definition von Tondauern wurde es möglich, die Musik durch feste Zeiteinheiten zu strukturieren. Ebenso sind es feste Zeiteinheiten, die auch das Zeitverständnis prägen, das die mechanische Uhr abbildet. Es gab offensichtlich einen Zusammenhang zwischen den Wandlungen im Umgang mit dem musikalischen Rhythmus und den kulturellen Veränderungen im Zeitbewusstsein. Leicht ließe sich nun behaupten, dass es die mechanische Uhr war, die zur Entstehung der Mensuralmusik geführt habe. Dennoch handelt es sich, wie Frank Hentschel darlegt, um einen Analogieschluss: In beiden Fällen geht es in irgendeiner Weise um die Quantisierung der Zeit. Um der Thematik gerecht zu werden, muss man von einer Komplexität und Parallelität der Vorgänge ausgehen.[12] Hentschel kritisiert, dass viele Hypothesen über den Zusammenhang von Zeitauffassung und Mensuralmusik sich zu wenig auf Primärquellen stützen.[13] Zudem ist es unsinnig anzunehmen, dass es vor der mensurierten Notation keine rhythmische Differenzierung der Musik gegeben hätte. Neu war bloß die Möglichkeit, diese Differenzierung schriftlich zu fixieren. Es ist von einem untergründigen Zusammenhang auszugehen, der über einen gemeinsamen kulturellen Prozess vermittelt wird. Es kam zu einem Wandel des Zeitbewusstseins, aus dem gleichzeitig die mechanische Uhr und die Modal- und Mensuralmusik hervorgegangen sind.[14]

4.2 Die Isochronie der Pendelschwingung

Im Jahre 1583 entdeckte Galileo Galilei die Isochronie des Pendels. Es ist eine Eigenschaft des Schwerependels, konstant und gleichmäßig zu schwingen, wobei die Dauer einer Schwingung nur von der Länge des Pendels abhängig ist, nicht aber von der Masse des Pendelkörpers oder von der Größe der Auslenkung, sofern

11 Ebd., S. 17.

12 Hentschel: *Von der gefühlten zur gemessenen Zeit. Die Entstehung der Mensuralmusik und die Erfindung der mechanischen Uhr*, S. 17.

13 Ebd., S. 7.

14 Ebd., S. 28.

diese auf wenige Grad beschränkt bleibt.[15] Vicenzo Viviani, Galileos erster Biograf, berichtet, dass Galileo die Isochronie des Pendels entdeckte, als er das Schwingen der Leuchter in der Kathedrale von Pisa beobachtete. Angesichts der Tatsache, wie schlicht und elementar ein Pendel ist, erstaunt es, dass seine Eigenschaften erst so lange nach der Entwicklung der mechanisch doch erheblich komplexeren Räderuhr entdeckt und beschrieben wurden. Vielleicht zeigt sich gerade hier, wie auch wissenschaftliche Neuerungen immer in einem gesamtkulturellen Kontext stehen. Durch die Entwicklung der mechanischen Uhr hatte sich ein neues Verständnis für die Zeit entwickelt, durch das für die Beobachtung der Isochronie der Pendelschwingung überhaupt erst Anknüpfungspunkte entstehen konnten. Zudem zeigt sich der rationale Aufbruch der wissenschaftlichen Revolution: Man interessierte sich zunehmend dafür, die Dinge zu messen und zu formalisieren.

Die Entdeckung der Eigenschaften des Pendels führte auch dazu, dass sich nach einer langen Pause die Entwicklung der mechanischen Uhr fortsetzte. Durch die Verwendung eines Pendel konnte die Genauigkeit der mechanischen Uhr wesentlich verbessert werden. Die Uhrwerkhemmung, die seit etwa 1300 verwendet wurde, nutzte als Gangregler das Foliot (auch Waagbalken, Waag). Doch das Foliot ist kein System mit Eigenschwingungsfähigkeit und funktioniert damit nicht isochron, seine Schwingfrequenz hängt von der Antriebskraft des Steigrades ab. Ein Uhrwerk mit Foliot war auf ±15 Minuten pro Tag genau, mit einem Selbstschwinger wie dem Pendel konnte die Ganggenauigkeit auf ±10 Sekunden pro Tag verbessert werden. Galileo Galilei skizzierte 1641 einen Versuch, den Ablauf eines Räderwerks durch ein Pendel zu regulieren, und Christiaan Huygens ließ 1657 eine Hemmung mit einem Pendel patentieren.

Unsere Vorstellung von moderner Wissenschaft ist mit Messen und Quantifizieren verbunden. Deshalb möchte man gerne annehmen, dass zusammen mit der mechanischen Uhr im 13. Jahrhundert auch ein wissenschaftliches Zeitmessen auftauchte. Doch dafür reichte die Genauigkeit der Uhrwerke bei Weitem nicht aus. Auch wenn es schon früher Fortschritte in Richtung der modernen Wissenschaften gab und sogar die Zeiteinheit der Sekunde schon im 16. Jahrhundert ›erfunden‹ worden war, kann von moderner wissenschaftlicher Zeitmessung vor der Nutzung der Isochronie der Pendelschwingung (bzw. der Unruhefeder) im 17. Jahrhundert nicht gesprochen werden.

Auch in der Musiktheorie erwachte zu dieser Zeit ein verstärkt wissenschaftliches Interesse. Nachdem die Gelehrten des Mittelalters sich mit der Untersuchung von Saitenteilungen auf dem Monochord befasst hatten, wurde um 1589 diesem

15 Die Periodendauer eines mathematischen Pendels (punktförmiger Pendelkörper, masselose Pendelstange, keine Reibung, infinitesimale Auslenkung) berechnet sich wie folgt:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad l = \text{Länge des Pendels in } m \qquad g = \text{Fallbeschleunigung} = 9.81\frac{m}{s^2}$$

überlieferten Wissen eine neue Erkenntnis hinzugefügt: Indem er eine Saite mit Gewichten spannte, zeigte Vincenzo Galilei, dass für die Saitenspannung andere Zahlenverhältnisse gelten als für die Saitenlänge. Um eine Oktave zu erhalten, muss das Verhältnis der Gewichte 4 : 1 sein und nicht 2 : 1, wie dies bei der Länge der Fall ist.[16] Damit war der nächsten Generation von Forschern (Descartes, Mersenne, Galileo Galilei) der Weg bereitet, sich genauer mit der Akustik des Tons zu befassen. Man wurde sich bewusst, dass die Frequenzen der erzeugten Luftschwingungen die Tonhöhenwahrnehmung hervorrufen und dass Frequenzverhältnisse die Intervallwahrnehmung bestimmen. Mersenne und Galileo Galilei untersuchten erstmals systematisch die Abhängigkeit von Saitenlänge, -dicke und -spannung.[17]

Das wissenschaftliche Interesse, das in der Musiktheorie im 17. Jahrhundert erwacht war, traf mit der Entdeckung der Isochronie des Pendels zusammen. Es lag nahe, dass die neuen Errungenschaften der technischen Zeitmessung auch auf das musikalische Tempo angewendet wurden. Um das Tempo zu quantifizieren und ›wissenschaftlich objektiv‹ festhalten zu können, wurden einerseits Anleitungen formuliert, wie ein schlichtes Pendel – ein Gewicht an einem Faden – zu verwenden sei, und andererseits raffinierte Apparate konstruiert. Dass viele dieser Apparate kaum Eingang in die musikalische Praxis fanden, ist nicht verwunderlich, denn die Motivation hinter ihrer Entwicklung zielte eher darauf ab, ein wissenschaftliches Messinstrument zu haben. Was dem Astronomen das Teleskop, sei dem Musiker das Metronom. Diese wissenschaftliche Motivation zeigt sich nicht zuletzt auch darin, dass etliche Akteure, die diese Form der Tempomessung proklamierten, nicht praktizierende Musiker, sondern Musiktheoretiker waren.

Das Pendel als Temporeferenz

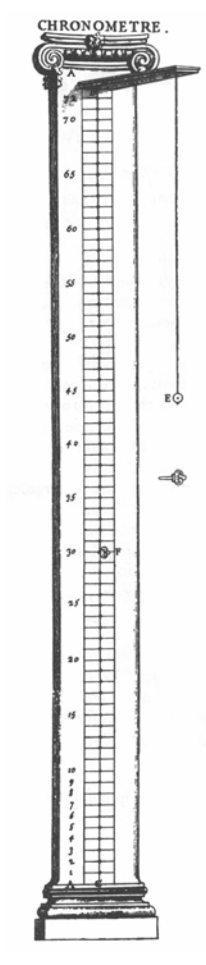
Marin Mersenne (1588–1648), Theologe, Mathematiker und Musiktheoretiker, gilt als der Erste, der empfahl, ein Pendel als Referenz für das musikalische Tempo zu verwenden. Mersenne war eng mit Galileos Forschung vertraut und ein großer Teil des *Livre second des mouvements de toutes sortes de corps* seiner 1636 erschienenen *Harmonie Universelle* ist dem Studium des Pendels gewidmet.[18] Mersenne schlägt vor, das Fadenpendel zur Einrichtung der Gradeinteilung von Sonnenuhren, zur Bestimmung der Dauer von Sonnen- und Mondfinsternissen oder zur Messung des

16 Claude V. Palisca: *Music and Science in the Age of Galileo*, hg. von Victor Coelho, Dordrecht: Springer Netherlands 1992, S. 143–151, hier S. 145.

17 Die Frequenz ist proportional zur Quadratwurzel der Spannkraft und umgekehrt proportional zur Saitenlänge und zur Quadratwurzel des Querschnitts. Vgl. Marin Mersenne: *Harmonie universelle*, Paris: Sebastien Cramoisy 1636, Livre 3, Proposition XIV, S. 189–192 und Galileo Galilei: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti la meccanica e i movimenti locali*, Leiden: Elsevier 1638, S. 139–150.

18 Mersenne: *Harmonie universelle*, Livre second des mouvements de toutes sortes de corps, S. 85–156.

Abbildung 4.2: Étienne Louliés Chronomètre.



Quelle: Loulié, *Éléments ou principes de musique mis dans un nouvel ordre*, S. 82 f.

Pulsschlags von Kranken zu verwenden – und zur Anzeige des musikalischen Tempos. Er gibt für das Sekundenpendel eine Länge von 3 1/2 *pieds de Roy*[19] an.

Auch Thomas Mace (ca. 1613–1709), Sänger, Lautenist, Komponist und Musiktheoretiker, empfahl 1676 in seinem *Musick's Monument* als »an infallible rule how to keep time well«, ein Fadenpendel zu gebrauchen.[20] Dazu solle man ein Gewicht an einen Bindfaden hängen und an der Decke des Raums befestigen. Mace geht es um die Konsistenz des Tempos, die sich mit einem solchen Pendel zeigen lässt. An einer anderen Stelle verwendet er dazu ebenfalls eine technische Metapher: Man solle den Fuß auf und ab bewegen in einer gleichmäßigen Bewegung »like unto the Ballance of a good Clock.«[21]

Was Mersenne und Mace erst als Idee formuliert hatten, setzte Étienne Loulié (1654–1702), Musiker und Musiktheoretiker, in die Praxis um. Er baute ein *Chronomètre,* ein zwei Meter hohes Fadenpendel mit verstellbarer Länge und einer Skala, auf der diese Länge von 1–72 *pouces* eingestellt werden konnte (Abb. 4.2). Das Instrument bestand aus einer Tafel und einem Pendel in der Form einer Bleikugel, die an einer Schnur aufgehängt war. Mithilfe eines Stiftes konnte die Schnur verlängert oder verkürzt werden, wozu man den Stift in die Löcher, die den Angaben auf der Tafel entsprachen, steckte. In den Éléments ou principes de musique beschreibt Loulié 1696 dieses Instrument und nennt auch einen Anwendungszweck: »Cet Instrument est particulierement propre pour marquer precisement les mouvements des Ouvrages de Musique qu'on envoye en des Pays éloingnez […]«.[22] Loulié war einer der wenigen Musiker jener Zeit, die sowohl die Praxis als auch die Theorie der Musik gründlich kannten. Es gibt jedoch keine Evidenz, dass sein *Chronomètre* je in der Praxis verwendet wurde.

Louliés Pendel war der Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen. Joseph Sauveur (1653–1716), Wissenschaftler

19 System der Maßeinheiten: 1 *pied* = 12 *pouces*; 1 *pouce* = 12 *lignes*.

20 Thomas Mace: *Musick's Monument*, London: T. Ratcliffe & N. Thompson 1676, S. 80.

21 Ebd., S. 78.

22 Étienne Loulié: *Éléments ou principes de musique mis dans un nouvel ordre,* Paris: Christophe Ballard 1696, S. 86.

und Akustiker, schlug 1701 in seinen *Principes d'acoustique et de musique* eine neue Skala für das *Chronométre* vor.[23] Er ersetzte den Längenmaßstab in *pouces* durch einen Zeitsmaßstab in 1/12 Sekunden. Abbildung 4.3 zeigt Sauveurs *Echometre* genannten Vergleichsmaßstab, der Louliés Angaben seinen eigenen Angaben proportional gegenübergestellt. Durch die Verwendung eines linearen Zeitmaßstabs wird die Länge des Pendels nicht mehr in lauter gleich große Teile unterteilt, sondern berücksichtigt, dass die Pendellänge im Quadrat zur Periodendauer zunimmt. Noch wichtiger ist aber, dass nun das musikalische Tempo in einen direkten Bezug zu einem Zeitmaß, nämlich der Sekunde, gesetzt wird:

> Remarquez que le Chronometre de Monsieur Loulié ne marque point la durée des Notes par un rapport connu avec le temps d'une seconde, parce que les temps des vibrations de son Pendule sont la plûpart incommensurables avec une Seconde.[24]

In einem Punkt unterscheidet sich Sauveurs Zeitmaßstab noch von der heute gebräuchlichen Tempoangabe: Es handelt sich um eine additive Skala, bei der Periodendauern als *Vielfache* einer Grundeinheit angegeben werden, und nicht um eine Skala, die Schläge pro Sekunde bezeichnet und damit die *Teile* einer Grundeinheit bezeichnet. In Sauveurs Traktat finden sich jedoch außer einer einzigen Angabe, die exemplifiziert, wie das Tempo im Notentext angegeben werden könnte, keine Beispiele zur Musikliteratur. Erst Michel L'Affilard (ca. 1656–1708), Sänger und Komponist, stellt diese Verbindung zur musikalischen Praxis her, indem er 1705 in der fünften Auflage seiner *Principes très faciles pour bien apprendre la musique* die Beispiele für französische Hoftänze um Tempoangaben ergänzt.[25] Auf einer mit *Explication* überschriebenen Bildtafel erläutert er die Verwendung eines Pendels und verweist explizit auf Sauveur.[26] Jean-Philippe Rameau (1683–1774) bezieht sich in der 1722 veröffentlichten *Traité de L'Harmonie* seinerseits auf Loulié und L'Affilard: »Pour sçavoir distinguer la mesure dans la Musique, il faut connoître ce que signifient les chiffres que l'on met à la tête de chaque Piece, […] ce que l'on trouvera parfaitement bien expliqué dans les Livres de Messieurs de Brossard, Loullier, l'Affilard & autres.«[27]

---

23 Joseph Sauveur: *Principes d'acoustique et de musique, ou Système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique. Inséré dans les Mémoires de 1701 de l'Académie royale des sciences*, Paris 1701.

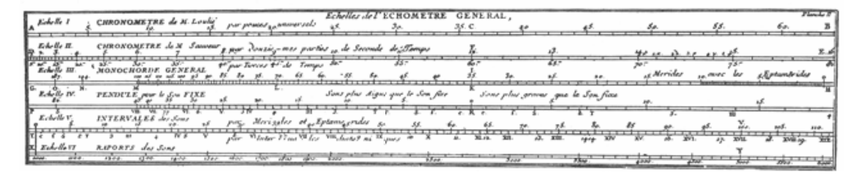
24 Ebd., S. 24.

25 Michel L'Affilard: *Principes très faciles pour bien apprendre la musique*, 5. Aufl., Paris: Christophe Ballard 1705.

26 Bildtafel S. 55, abgedruckt als Facsimile in Rosamond Evelyn Mary Harding: *The Metronome and it's* [sic] *precursors*, Henley-on-Thames: Gresham Books 1983, Plate 10.

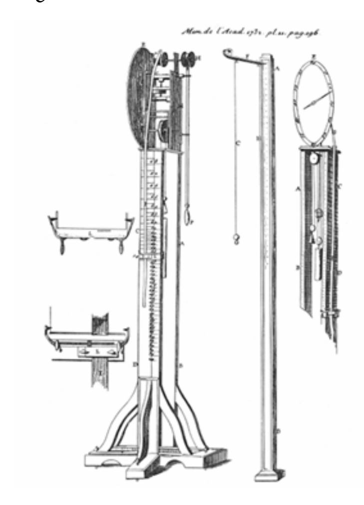
27 Jean-Philippe Rameau: *Traité de L'Harmonie. Reduite à ses Principes naturels*, Paris: Christophe Ballard 1722, S. 151.

Abbildung 4.3: Joseph Sauveurs Echometre *genannter Vergleichsmaßstab.* Echelle I *zeigt Louliés Pendellängen in* pouces universels *an,* Echelle II *die Periodendauern der Pendelschwingung in 1/12 Sekunden. Die Zahlen unter dem Maßstab entsprechen den Periodendauern in 1/60 Sekunden* (tierces de temps).



Quelle: Joseph Sauveur, *Principes d'acoustique et de musique, ou Système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique. Inséré dans les Mémoires de 1701 de l'Académie royale des sciences,* Anhang.

Abbildung 4.4: Das Métrometre *von d'Onzembray. In der Mitte ist als Referenz das Pendel von Loulié abgebildet.*



Quelle: Pajot, *Description et usage d'un métromètre, ou machine pour battre les mesures & les temps de toutes sortes d'airs*, S. 196.

Im Jahre 1732 stellte Louis-Léon Pajot (auch Pajeau), Comte d'Onzembray (1678–1754), Generaldirektor der Post und Ehrenmitglied der Königlichen Akademie der Wissenschaften sein *Métrometre* vor (Abb. 4.4).[28] Nachdem durch Sauveurs Einführung des Zeitmaßstabs Louliés *Chronomètre* konzeptuell weitergeführt worden war, kam nun noch eine mechanische Weiterentwicklung dazu. Es handelte sich beim *Métrometre* um ein Uhrwerk mit einem Pendel als Gangregler. Es konnte Tempi mit einer Periodendauer von 30 bis 68 *tierces* wiedergeben, die Skala war in 76 Schritte von *demi-tierces* unterteilt.[29] Eine wichtige Neuerung lag darin, dass die Pendelbewegung nicht nur sichtbar war, sondern, wie beim modernen Metronom, auch hörbar gemacht wurde. Auch dieses komplizierte Gerät wird kaum je in der musikalischen Praxis verwendet worden sein.

28 Louis-Léon Pajot: *Description et usage d'un métromètre, ou machine pour battre les mesures & les temps de toutes sortes d'airs*, in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, Paris: Imprimerie royale 1732, S. 182–196.

29 *Tierce* = 1/60 Sekunde.

Henri-Louis Choquel (?–1767), Parlamentsanwalt, veröffentlichte 1759 *La musique rendue sensible par la méchanique* [sic], *ou nouveau système pour apprendre facilement la musique soi-même*. Darin beschreibt er die Tempi für 22 Opernarien, kirchliche Soli, Motetten und Tänze seiner Zeit. Zur Messung des Tempos soll ein einfaches Fadenpendel dienen und die Tempi werden als Pendellängen in *pied royal* angegeben. Damit entfernt er sich wieder von raffinierten Uhrwerken und insbesondere auch von Sauveurs Zeitmaßstab. Choquel richtet sich mit dieser Schrift an den musikalischen Anfänger. Er erwähnt zwar im Vorwort, wie wertvoll und unersetzbar der Unterricht bei einem erfahrenen Musiker sei, schlägt aber vor, für das Selbststudium oder falls kein *maître* verfügbar sei, sich die Mechanik zunutze zu machen.[30] Mit ›Mechanik‹ ist hier das Monochord für die Tonhöhen und das Pendel für die Tempi gemeint. Die Académie royale des sciences anerkannte Choquels Schrift und unterstrich, dass von Monochord und *Chronomètre* – auch wenn beide schon zuvor bekannt waren – noch nie so gut Gebrauch gemacht worden sei.[31]

Abel Burja (1752–1816), Mathematiker und Mitglied der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin, stellt 1790 als ›neue Erfindung‹ sozusagen dasselbe Prinzip wie das *Chronomètre* vor.[32] Offensichtlich war die Erfindung von Loulié in Berlin nicht bekannt oder wieder in Vergessenheit geraten. Auch hier zeigt sich wieder eine pädagogische Zielsetzung: Die Tempoangaben richten sich an Anfänger, »die noch im Tempo sehr unerfahren sind«.[33] Die Angaben sind in Zoll. Dass diese Erfindung eines musikalischen Zeitmessers von einem Mathematiker stammt, zeigt sich auch in der folgenden Erläuterung:

> Man bestimme die Länge des Pendulum für eine gewisse Note des Stückes, z. E. für eine Viertelnote, jedesmal in Linien des zwölftheiligen Maaßes gerechnet. Durch die gefundene Länge dividire man die beständige Zahl 1641600. Aus dem Quozienten ziehe man die Quadratwurzel, so zeiget diese an wie viel solcher Noten in einer Minute gespielet werden können.[34]

Natürlich ist diese Berechnung umständlich und nicht für jedermann nachvollziehbar, was Burja selbst einräumt. Das Bemerkenswerte an dieser Berechnung ist aber, dass hier neben einer Längenangabe in Fuß auch von der Anzahl Schläge

30 Henry Louis Choquel: *La musique rendue sensible par la méchanique ou nouveau système pour apprendre facilement la musique soi-même*, Paris: Christophe Ballard 1759, S. 7 f.

31 François-Joseph Fétis: Art. Choquel (Henri-Louis), in: *Biographie universelle des musiciens*, 2me éd. Tome 2, Paris: Firmin-Didot Frères, Fils et Cie 1867, S. 286.

32 Abel Burja: *Beschreibung eines musikalischen Zeitmessers*, Berlin: Petit und Schöne 1790.

33 Ebd., S. 14.

34 Burja: *Beschreibung eines musikalischen Zeitmessers*, S. 20.

pro Minute die Rede ist. Damit wird erstmals die moderne, unterteilende Maßeinheit erwähnt, die auch Mälzels Metronom verwendet.

Auch wenn sich die mechanisch anspruchsvolleren, auf Uhrwerken basierenden Apparate schließlich durchsetzten, wie Mälzels Metronom zeigt, wurde die Verwendung des Pendels bis Mitte des 19. Jahrhunderts weiterhin diskutiert. Das wichtigste Argument, das für das Pendel ins Feld geführt wurde, war seine Einfachheit. Die bisher erfundenen mechanischen Chronometer seien unsicher, unregelmäßig und zudem zu teuer, weshalb es zweckmäßiger sei, ein Pendel zu verwenden, schreibt Gottfried Weber 1813 in der *Allgemeinen Musikalischen Zeitung*.[35] Als Reaktion auf einige Berichte über Mälzels neues Metronom in der Wiener *Allgemeine musikalische Zeitung* wiederholt er 1817 sein Argument: »Das einfachste und sicherste Chronometer ist ein einfaches Pendel, d. h. bloss irgendein kleines Gewicht, z. B. eine Bleykugel an einem Faden aufgehangen.«[36] Auch Friedrich Wilhelm Opelt (1794–1863) widmet Mälzels Metronom im Anhang seiner 1852 veröffentlichten *Allgemeinen Theorie der Musik* einen Abschnitt. Dort bezeichnet er es zwar als wünschenswert, das Tempo quantifizieren zu können, hält es dennoch für unnötig, für diesen Zweck ein »künstliches Metronom« zu verwenden, wenn schon ein schlichtes Fadenpendel reiche.[37]

Auch die Frage, welcher Maßstab für das Tempo verwendet werden solle, wird weitergeführt. Weber, der das Pendel propagiert, hält es für zweckmäßiger, wenn bei Musikstücken das Tempo mit einem Längenmaß angegeben werde, denn nur eine Längenangabe könne direkt auf das Pendel angewendet werden, während eine Zeitangabe zuerst umgerechnet werden müsse. Oder man ist daran gebunden, einen Apparat zu verwenden, der eigens für diesen Zeitmaßstab ausgelegt ist. In den Worten Webers: Mälzels Bezeichnungsart *verweist* auf die Maschine.[38] Bei den Längenmaßen zeigt sich aber ein Problem: Fuß und Zoll waren nicht einheitlich festgelegt, sondern regional verschieden (die Länge eines Fußes lag zwischen den Extremwerten 25 und 34 cm). Wie stark eine daraus resultierende Tempoabweichung die Musik tatsächlich entstellt, ist fraglich. Opelt hingegen begrüßte Mälzels Zeitskala und fand, dass diese Angabe von Schlägen pro Minute allgemeine Verbreitung finden sollte. Um diese Skala auf ein Pendel übertragen zu können, gibt er – so wie das schon Sauveur mit dem tat – eine Hilfestellung

35 Gottfried Weber: *Noch einmal ein Wort über den musikalischen Chronometer oder Tactmesser. Gespräch zwischen einem Componisten und einem Musik-Director*, in: *Allgemeine musikalische Zeitung* 15 (1813), Sp. 441–447.

36 Gottfried Weber: *Über eine chronometrische Tempobezeichnung, welche den Mälzel'schen Metronome, so wie jede andere Chronometer-Maschine entbehrlich macht*, in: AMZK 1 (1817), Sp. 204–209.

37 Friedrich Wilhelm Opelt: *Allgemeine Theorie der Musik auf dem Rhythmus der Klangwellenpulse und durch neue Versinnlichungsmittel erläutert*, Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1852, S. 68 f.

38 Weber: *Über eine chronometrische Tempobezeichnung, welche den Mälzel'schen Metronome, so wie jede andere Chronometer-Maschine entbehrlich macht*, Sp. 209.

zur Umrechnung von Zeiteinheiten und Längeneinheiten. Um die regionale Uneinheitlichkeit der Längenmaße zu umgehen, bezieht sich Opelt auf das Sekundenpendel, dessen Länge proportional als 1/100 der Gesamtlänge angegeben wird (Abb. 4.5).[39]

Abbildung 4.5: Opelts Tabelle zur Umrechnung von Metronomgraden (Mälzels Schläge pro Minute) in Pendellängen, die hier in der Einheit von 1/100 der Länge eines Sekundenpendels angegeben werden.

Grade.	Pendell.	Grade.	Pendell.	Grade.	Pendell.	Grade.	Pendell.
50	144	66	83	92	42	120	25
52	133	69	76	96	39	126	23
54	123	72	69	100	36	132	21
56	115	76	62	104	33	138	19
58	107	80	56	108	31	144	17
60	100	84	51	112	29	152	15½
63	91	88	46	116	27	160	14

Quelle: Opelt, *Allgemeine Theorie der Musik auf dem Rhythmus der Klangwellenpulse und durch neue Versinnlichungsmittel erläutert*, S. 68.

Die hier erwähnten Beispiele dokumentieren, wie die neuen wissenschaftlichen Methoden der Zeitmessung die Musiktheorie beeinflussten. Welche Bedeutung man diesen Schriften für das Verständnis der damaligen Musik zumessen möchte und wie verbindlich die Tempoangaben sind, die man ihnen entnehmen kann, sind Fragestellungen, mit denen sich die Forschung zur historischen Aufführungspraxis befasst und die hier nicht weiter vertieft werden sollen. In einem Aufsatz von Beverly Jerold finden sich zwei interessante Bemerkungen. Die erste bezieht sich auf die Maßeinheit für das Tempo. Jerold legt dar, dass die Verwechslung von Längenmaßstab und Zeitmaßstab, d. h. von Angaben in Pendellängen oder Sekundenbruchteilen, eine Quelle für Missverständnisse war und zu den bekannten Kontroversen um die ›zu schnellen‹ Tempi, die z. B. bei L'Affilard gefunden wurden, geführt hat.[40] Die zweite Bemerkung bezieht sich auf die allgemeine Genauigkeit der Angaben. Die Länge des Sekundenpendels wird in Mersennes *Harmonie Universelle* mit 3 1/2 *pieds* angegeben, bei Sauveur ist die Angabe mit 3 *pieds* 8 1/2 *lignes de Paris* genauer. Mersenne gibt also für einen Wert, der nur ein wenig größer als 3 ist, großzügig 3 1/2 an. Jerold findet einen Hinweis auf diesen saloppen Umgang mit Zahlen beim niederländischen Musiker Jan Albert

39 Opelt: *Allgemeine Theorie der Musik auf dem Rhythmus der Klangwellenpulse und durch neue Versinnlichungsmittel erläutert*, S. 68.

40 Beverly Jerold: *Numbers and Tempo: 1630–1800, in: Performance Practice Review* 17 (2012), S. 1–16, hier S. 4.

Ban, der berichtet, dass alles, was weniger als ein Ganzes ist, als »Hälfte« bezeichnet werde.[41] Offensichtlich ging es Mersenne zunächst nur um das Prinzip und dazu reichte es, die Länge des Sekundenpendels nur als Näherung anzugeben. Bloß wenn Mersenne diese Näherung auch als Ausgangspunkt für Hochrechnung verwendet (2 s = 14 *pieds*, 3 s = 31 1/2 *pieds* usw.), wird es problematisch, weil sich dadurch auch die Abweichung von der tatsächlichen Schwingungsdauer immer mehr vergrößert. Darin zeigt sich, dass sich Mersennes Interesse auf die Theorie richtete und nicht auf die Musikpraxis. Diese Annahme wird auch von Jerold unterstützt, der in Mersennes Traktat einige widersprüchliche Aussagen findet, die annehmen lassen, dass Mersenne mit der musikalischen Praxis nicht besonders eng vertraut war.[42]

Es stellt sich schließlich die Frage, welche Genauigkeit bei der Angabe eines Tempos überhaupt nötig ist. Abgesehen davon, dass es wahrnehmungspsychologische Grenzen für die Unterscheidbarkeit von Tempi gibt,[43] wird der Genauigkeit des Tempos auch von den Musiktheoretikern eine gewisse Toleranz eingeräumt. Sauveur macht für das Sekundenpendel eine Angabe, die nur ein bisschen länger als 3 *pieds* ist. Er räumt selbst ein, dass man hier ohne hörbaren Unterschied auf 3 *pieds* runden könne.[44] Auch Marx ist großzügig, was die Pendellängen angeht. Er findet, dass »eine ängstlich genaue Abmessung der Zolle« nicht nötig sei, »denn eine ziemlich grosse Verschiedenheit (z. B. von 15" : 16") macht sich musikalisch noch gar nicht, und eine größere (z. B. von 15" : 17 oder 18") noch kaum fühlbar.«[45]

4.3 Das ›richtige‹ Tempo

Den musiktheoretischen Schriften des 17. und 18. Jahrhunderts, die den Nutzen des Pendels als Instrument zur Tempomessung propagieren, müssen die Stimmen aus der Musikpraxis im Sinne einer wechselseitigen Kontextualisierung gegenübergestellt werden. Das Tempo richtig einzuhalten, ist wichtig, mit dem Tempo werden Ausdruck und Affekt in Verbindung gebracht. Deshalb jedoch

41 Jerold: *Numbers and Tempo: 1630–1800*, S. 4.

42 Ebd., S. 5–7.

43 Die Fähigkeit, verschiedene Tempi zu unterscheiden, ist recht akkurat. Die *just-noticeable differences* liegen für Tempowechsel zwischen 1 % und 3 %, und für isolierte Zeitintervalle bei 6 %. Vgl. Justin London et al.: *Tapping doesn't help: Synchronized self-motion and judgments of musical tempo, in: Attention, Perception, & Psychophysics* 81 (2019), S. 2461–2472, hier S. 2462.

44 »[...] prenez AC de 3 pieds 8 1/2 lignes de Paris, qui est la longueur du Pendule simple à secondes (l'on pourroit prendre 3 pieds justes sans erreur sensible) [...]« Sauveur: *Principes d'acoustique et de musique, ou Système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique. Inséré dans les Mémoires de 1701 de l'Académie royale des sciences*, S. 19.

45 Marx: Art. *Chronometer*, S. 240.

gleich ein mechanisches Hilfsmittel zu fordern, ist nicht die Lösung, die auf der Hand liegt. Zunächst ist das Tempo aus der Musik selbst abzulesen, was natürlich einen gewissen Sachverstand voraussetzt:

> Der Grad der Bewegung lässt sich so wohl nach dem Inhalte des Stückes überhaupt, den man durch gewisse bekannte italiänische Kunstwörter anzuzeigen pflegt, als besonders aus den geschwinderen Noten und Figuren darinnen beurtheilen.[46]

Dies motiviert das pädagogische Bestreben, die Ausbildung eben dieses Sachverstands zu fördern. Aber wie stark war die Motivation der Komponisten, das Tempo ihrer Werke überhaupt festzulegen? Solange sie ihre Werke selbst dirigierten oder spielten, war dies nicht nötig. Durch den Notendruck erfuhr die Musik eine immer größere Verbreitung und traf auf regional unterschiedliche Ausprägungen von aufführungspraktischen Konventionen. Im Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert kam es zudem zu einer fortschreitenden Individualisierung der Tonsprache. Nur aus der Taktart und der rhythmischen Faktur der Musik ein allgemeines, stilistisch verhandeltes *tempo giusto* abzuleiten, wurde immer schwieriger. Ludwig van Beethoven, der mit seiner Musik etliche traditionelle Ausdrucksformen sprengte, steht beispielhaft für diese Individualisierung. Er schrieb in einem Brief an B. Schott Söhne in Mainz: »Wir können beynahe keine tempi ordinarij mehr haben, indem man sich nach den Ideen des freyeren Genius richten muß.«[47]

Das Tempo – die »hauptsache in der Musique«

Quellen aus dem 18. Jahrhundert bezeugen, dass dem ›richtigen‹ Tempo eine große Wichtigkeit zugemessen wurde und dass der Ausdruck der Musik sich verfälsche, wenn das Tempo nicht getroffen werde. Rameau schreibt im *Traité de L'Harmonie:*

> La mesure a tant de force dans la Musique, qu'elle est seule capable d'exciter en nous les differentes passions que nous venons d'attribuer aux autres parties de cet Art. Sans elle toutes nos expressions deviendroient languissantes & sans fruit.[48]

Auch Leopold Mozart erwähnt die Wichtigkeit des Tempos in seinem *Versuch einer gründlichen Violinschule:*

46 Carl Philipp Emanuel Bach: *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen*, Berlin 1753, S. 121.

47 Ludwig van Beethoven: *Briefwechsel. Gesamtausgabe*, Bd. 6, München: Henle 1996, S. 330.

48 Rameau: *Traité de L'Harmonie. Reduite à ses Principes naturels*, S. 150.

> Der Tact macht die Melodie; folglich ist er die Seele der Musik. [...] Es ist also an dem musikalischen Zeitmaase alles gelegen.[49]

Sein Sohn schlägt in dieselbe Kerbe, wenn er sich in einem Brief über eine kindliche Anfängerin mockiert:

> [S]ie wird das nothwendigste und härteste und die hauptsache in der Musique niemahlen bekomen, nämlich das tempo, weil sie sich vom jugend auf völlig befliessen hat, nicht auf den tact zu spiellen.[50]

Und Daniel Gottlob Türk bemerkt in seiner *Klavierschule:*

> Das vortreffliche Tonstück thut wenig oder keine Wirkung, wenn die Bewegung merklich dabey verfehlt wird.[51]

Ein Problem scheint darin zu liegen, dass sich die Interpretation oft zu viele Freiheiten nimmt. Mit Michel de Saint Lambert wird schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts eine Stimme laut, die darauf hinweist. In den *Principes du clavecin* erläutert er die Taktzeichen und die dazugehörigen Tempi. Anschließend schreibt er:

> Voila quelles sont les regles établies dans la Musique, touchant le mouvement des Piéces; mais voila de toutes les regles de cet Art, celles qui sont le moins observées par ceux qui le professent: [...] Tout Homme du Métier qui joue la Piéce qu'un autre a composé, ne s'attache pas tant à donner à cette Piéce le mouvement que l'Auteur a voulu marquer par le Signe qu'il a mis au commencement, qu'à luy en donner un qui satisfasse son goût; & ce qui le porte à cela, est qu'il est persuadé, que quelque soin qu'il se donne, il ne sçauroit rencontrer que par hazard la veritable intention de l'Auteur [...].[52]

Auch Johann Joachim Quantz spricht in seinem *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen* davon, dass die Tempi zu oft nicht eingehalten werden:

> Man sieht ja täglich vor Augen, wie sehr öfters das Zeitmaaß gemishandelt wird, wie man nicht selten, eben dasselbe Stück bald mäßig, bald geschwind, bald noch

49 Leopold Mozart: *Versuch einer gründlichen Violinschule*, Augsburg 1756, S. 27.

50 Wolfgang A. Mozart et al.: *Mozart. Briefe und Aufzeichnungen. Gesamtausgabe*, Bd. II: 1777–1779, Kassel: Bärenreiter 1962, S. 83.

51 Daniel Gottlob Türk: *Klavierschule oder Anweisung zum Klavierspielen für Lehrer und Lernende*, Leipzig 1789, S. 112.

52 Michel de Saint Lambert: *Les Principes du clavecin*, Paris: Christophe Ballard 1702, S. 23 f.

> geschwinder spielet. Man weis, daß an vielen Orten, wo man nur auf das Gerathewohl los spielet, öfters aus einem Presto ein Allegretto, und aus dem Adagio ein Andante gemachet wird: welches doch dem Componisten, welcher nicht allezeit zugegen seyn kann, zum grössten Nachteile gereichet.[53]

> Hätte man hierinne gewisse Regeln, und wollte dieselben gehörig beobachten, so würde manches Stück, welches öfters durch das unrechte Zeitmaaß verstümmelt wird, eine bessere Wirkung thun.[54]

Es ist nicht nur die mangelnde Disziplin der Ausführenden, die zu einem falschen Tempo führt, manchmal ist es auch Unwissenheit:

> Viele Dilettanten, zum Theil auch eigentliche Musiker, spielen die mehrsten Tonstuecke in einer mittelmaessig geschwinden Bewegung, folglich das Presto etc. viel zu langsam, das Adagio etc. aber zu geschwind.[55]

Ein weiterer Grund für falsche Tempi liegt in den aufführungspraktischen Auffassungen, die sich mit zeitlicher oder geographischer Distanz verändern:

> Was in vorigen Zeiten recht geschwind gehen sollte, wurde fast noch einmal so langsam gespielet als heutigen Tages. Wo Allegro assai, Presto, Furioso, u. d. m. dabey stund, das war eben so geschrieben, und wurde fast nicht geschwinder gespielet, als man heutigen Tages das Allegretto schreibt und ausführet. Die vielen geschwinden Noten, in den Instrumentalstücken der vorigen deutschen Componisten, sahen also viel schwerer und gefährlicher aus, als sie klungen. Die heutigen Franzosen haben diese Art der mäßigen Geschwindigkeit in lebhaften Stücken noch größten Theils beybehalten.[56]

> [I]n einigen auswärtigen Gegenden herrschet gröstentheils besonders dieser Fehler sehr starck, daß man die Adagios zu hurtig und die Allegros zu langsam spielet.[57]

53 Quantz: *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen*, S. 206.

54 Ebd., S. 200.

55 Türk: *Klavierschule oder Anweisung zum Klavierspielen für Lehrer und Lernende*, S. 112.

56 Quantz: *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen*, S. 203.

57 Bach: *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen*, S. 116.

> I am convinced, both from my own observation […] of Handels's works […], and those of other great composers of the same period […] that the time, at the beginning of this century, was performed much slower than in modern music.[58]

Doch es sind nicht immer nur die Interpreten schuld:

> Ueberdies sind die Komponisten selbst in der Bestimmung des Zeitmaßes und der dabey gebräuchlichen Kunstwörter nicht durchgängig einer Meinung; denn der Eine versteht unter ›Allegro‹ einen weit größeren Grad der Geschwindigkeit, als der Andere.[59]

Wie groß musste die Abweichungen vom Tempo sein, damit sie als Fehler erkannt wurde? Einen gewissen Ermessensspielraum wird man der Interpretation zugestanden haben, nicht zuletzt auch, um das Tempo der Akustik des Aufführungsraumes anzupassen. Wie groß die Toleranz war, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ein Brief von Johann Philipp Kirnberger an Johann Nikolas Forkel aus dem Jahr 1779 deutet darauf hin, dass es sich um erhebliche Abweichungen handelte:

> Bachen's Heilig [C. Ph. E. Bach, H 778] wurde hier aufgeführt, und die Fuge grade durch dauerte 11 Minuten, ich missbilligte es, weil es ganz dadurch verdorben wurde. Hr. Bach in Hamburg, dem ich meldete, es gehörte nicht mehr als 5 Minuten Zeit dazu, überschickte mir beyfolgenden Brief und setzt die Zeit auf 3 Minuten, mir scheint aber, dass 4 Minuten die beste Art sey, aber 11 Minuten ist gar nicht vor Ekel anzuhören.[60]

Vorgeschlagene Hilfestellungen

Wie kann man das richtige Tempo wissen? Was empfehlen die musikpädagogischen Traktate? Ein wichtiger Ratschlag, der wiederholt auftaucht, zielt nicht auf irgendein Hilfsmittel ab, sondern stellt die stilsichere Urteilskraft, die man sich durch Erfahrung und Ausbildung erwerben kann, ins Zentrum:

> Man muß […] aus dem Stuecke selbst zu errathen wissen, ob es eine langsame oder eine etwas geschwindere Bewegung erheische […] Und hieraus erkennet man un-

58 William Crotch: *Remarks on the Terms at Present Used in Music, for Regulating the Time, in: The Monthly Magazine* 8 (1800), S. 941–43, hier S. 941.

59 Türk: *Klavierschule oder Anweisung zum Klavierspielen für Lehrer und Lernende*, Fußnote auf S. 111.

60 Ernst Suchalla (Hg.): *Carl Philipp Emanuel Bach, Briefe und Dokumente: Kritische Gesamtausgabe*, Bd. 1, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1994, S. 802 f.

> fehlbar die wahre Staerke eines Musikverstaendigen. Jedes melodisches Stueck hat wenigstens einen Satz, aus welchem man die Art der Bewegung, die das Stueck erheischet, ganz sicher erkennen kann […] Man merke dieses und wisse aber auch, daß zu dieser Erkenntniß eine lange Erfahrung, und eine gute Beurtheilungskraft erforderet werde.[61]

> Um eine Einsicht in den wahren Inhalt und Affeckt eines Stückes zu erlangen, […] thut man wohl, daß man sich Gelegenheit verschaffet, so wohl einzelne Musicos als ganze Musickübende Gesellschaften zu hören.[62]

> Um ihnen [den Schülern] die Schwierigkeiten zu erleichtern, bediente er [J. S. Bach] sich eines vortrefflichen Mittels, nehmlich: er spielte ihnen das Stück, welches sie einüben sollten, selbst erst im Zusammenhange vor, und sagte dann: So muß es klingen. Man kann sich kaum vorstellen, mit wie vielen Vortheilen diese Methode verbunden ist.[63]

Als Hilfestellungen für den Anfänger, der sich die nötige Sicherheit, das Tempo stilsicher zu treffen, noch nicht angeeignet hat, werden aber auch außermusikalische Mittel vorgeschlagen. Ein frühes Zeugnis dafür findet sich beim Augustinermönch Lodovico Zacconi (1555–1627), der schon 1592 in seiner *Prattica di musica* den Puls des Menschen als Maß für das Tempo erwähnte und auch einen Vergleich mit dem Räderwerk einer Uhr anstellte.[64] Im 18. Jahrhundert ist es Quantz, der den Puls empfiehlt:

> Das Mittel welches ich zur Richtschnur des Zeitmaaßes am dienlichsten befinde, ist um so viel bequemer, ie weniger Mühe es kostet, desselben habhaft zu werden, weil es ein jeder immer bey sich hat. Es ist *der Pulsschlag an der Hand eines gesunden Menschen*.[65]

Saint-Lambert dagegen schlägt vor, den Takt des Schrittes zu verwenden:

---

61 Mozart: *Versuch einer gründlichen Violinschule*, S. 30.

62 Bach: *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen*, S. 119 f.

63 Johann Nikolaus Forkel: *Ueber Johann Sebastian Bachs Leben, Kunst und Kunstwerke*, Leipzig: Hoffmeister & Kühnel 1802, S. 38.

64 Lodovico Zacconi: *Prattica di Musica*, Venetia: Appresso Girolamo Polo 1592, Libro Primo, cap. xxxii, *Che cosa sia misura, tatto, & battutá*, folio 20 (a + b).

65 Quantz: *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen*, S. 201 (Hervorhebung im Original).

> Je vois rien de plus propre que les pas que fait un Homme en marchant; [...] & nous dirons qu'il faut regler les Noires d'une Pièce sur les pas d'un Homme qui marcheroit un peu vîte, & qui pourroit faire cinq quarts de lieuës[66] en une heure.[67]

Neben diesen körperbezogenen Rhythmen finden sich auch Verweise auf mechanische Rhythmen. Die Bewegungen, die sich an einem Uhrwerk beobachten lassen, werden als Beispiel für die anzustrebende Regelmäßigkeit angeführt:

> Stand by a large Chamber Clock, and beat your Hand or Foot [...] to the slow Motions of the Pendulum [...].[68]

> Cherchons donc quelque Exemple qui nous serve à mesurer le temps [...]. Le Balancier d'une Horloge nous y pourroit peut-être aider: car il forme des mouvements assez égaux, & assez fréquens.[69]

Das Pendel als Temporeferenz zu verwenden, dafür sprachen sich d'Affilard und Rameau aus, wie bereits weiter oben erwähnt. In der Partitur seiner *Trois symphonies à grand orchestre* op. 11 erwähnt Jean-Baptiste Davaux (1742–1822) das Chronometre von M. Bréguet, das im *Journal de Paris* am 8. Mai 1784 annonciert wurde, und gibt alle Tempi mit den Nummern an, die sich auf dieses Gerät beziehen. Auch William Crotch, Komponist und Organist (1775–1847) empfiehlt das Pendel. Bei Konzerten solle man die Tempi von bereits bestehenden Kompositionen messen. Im Wissen, dass diese Tempi bereits durch die Überlieferung verfälscht sein könnten, wollte er sie vor einer weiteren Verfälschung bewahren:

> The time of music already composed may be obtained at the many judicious performances at the concert of ancient music, at cathedrals and operas; and, allowing this time to be incorrect from having been traditionally handed down to us, it appears to me the only way of preventing it from becoming still more so.[70]

Neben dem Pendel wird aber auch die Taschenuhr erwähnt, um das Tempo zu quantifizieren. Dies stellt Türk dem Vorschlag von Quantz, den Pulsschlag als Referenz für das Tempo zu nehmen, gegenüber:

---

66 Altes Längenmaß (dt. Leuge), bezeichnet eine Wegstunde und entspricht ca. 4 km.

67 Saint Lambert: *Les Principes du clavecin*, S. 10.

68 Henry Purcell: *A Choice Collection of Lessons for the Harpsichord or Spinnet. Composed by ye late Mr. Henry Purcell*, London 1696, zitiert in Harding: *The Metronome and it's* [sic] *precursors*, S. 7.

69 Saint Lambert: *Les Principes du clavecin*, S. 10.

70 Crotch: *Remarks on the Terms at Present Used in Music, for Regulating the Time*, S. 942.

> Ein anderes, dem Quanzischen aehnliches Huelfmittel, koennte vielleicht eine Taschenuhr, welche einen mittelmaeßig geschwinden Schlag hat, oder in einer Minute ungefaehr 260 bis 270 Schlaege thut, zur Bestimmung des Zeitmaßes abgeben. [Fussnote:] Auf 5 bis 10 Schlaege mehr oder weniger kommt bey der ziemlich großen Anzahl (260) nicht sehr viel an. Wenigstens wird der Unterschied bey weiten nicht so groß, als er bey dem Pulsschlage moeglich ist.[71]

An einigen Stellen wird auf auch Louliés Pendelapparat Bezug genommen:

> Man ist zwar schon, seit langer Zeit, ein, zu gewisser Treffung des Zeitmaaßes, dienliches Mittel auszufinden bemühet gewesen. *Loulié* hat [...] den Abriß einer Maschine, die er *Chronometre* nennet, mitgetheilet. [...] Inzwischen wird diese Maschine doch schwerlich von einem jeden immer bey sich geführet werden können: zu geschweigen, dass die fast allgemeine Vergessenheit derselben, da sie, so viel man weiß, niemand sich zu Nutzen gemacht hat, schon einen Verdacht, wider ihre Zulänglichkeit und Tüchtigkeit, erreget.[72]

> Loulie invented a machine, called a chronometer, to measure time [...]. This machine is more complex, expensive and unweildy than is necessary, and twice as long as that I made use of in my experiments, which was [...] graduated into English feet and inches; a measure more generally intelligible than the cyphers used by Loulie, which could only be understood by those possessed of one of his chronometers.[73]

4.4 Uhrwerke und Metronome

Das *Métrometre*, das d'Onzembray 1732 gebaut hatte, ist als erster uhrwerkbasierter Apparat zur Angabe des musikalischen Tempos bekannt. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts scheint die Idee, ein Uhrwerk für diesen Zweck zu verwenden, in der Luft zu liegen. Etliche Uhrmacher befassten sich damit, ›Metronome‹ zu konstruieren, von den meisten dieser Bemühungen ist jedoch wenig überliefert, häufig nicht mehr als die Erwähnung in einer Aufzählung. John Harrison (1693–1776), der durch die Entwicklung eines schiffstauglichen Marinechronometers das sogenannte Längenproblem löste, erfand 1775 auch einen musikalischen Zeitmesser.[74] Bei François-Joseph Fétis liest man von weiteren Uhrmachern:

---

71 Türk: *Klavierschule oder Anweisung zum Klavierspielen für Lehrer und Lernende*, S. 112.

72 Quantz: *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen*, S. 201.

73 Crotch: *Remarks on the Terms at Present Used in Music, for Regulating the Time*, S. 942.

74 John Harrison: *Description concerning such a Mechanism as will afford a nice and true Mensuration of Time*, London: Printed for the author 1775.

> En 1782, Duclos,[75] horloger de Paris, fit une autre machine, qu'il appelait *rhythmomètre* (mesure du rhythme), et qui reçut alors l'approbation de quelques musiciens distingués. A cette machine succéda le chronomètre d'un mécanicien nommé Pelletier: on ignore aujourd'hui quels étaient sa forme et son mécanisme. En 1784, Renaudin, horloger de Paris, construisit un pendule qui avait la même destination. Le célèbre horloger Bréguet s'occupa aussi de la solution du même problème, sans faire connaître le résultat de ses travaux.[76]

Das erste englische Patent für ein ›Metronom‹ ging 1798 an Anthony George Eckhardt, F. R. S. [Fellow of the Royal Society], »for his new invented instrument to serve as a general standard for regulating proper time in musical performances«.[77] Zur selben Zeit baute Adam Heinrich Wenk (auch Wenck), Instrumentenbauer und Komponist, ein Chronometer, das wie eine Wanduhr mit Räderwerk, Gewicht und Pendel aussah.[78] Der Schweizer Uhrmacher Abraham-Louis Breguet (1747–1823) machte die Bekanntschaft mit dem Komponisten Giovanni Pasiello und baute für ihn eine Pendeluhr mit eingebautem Metronomwerk, das den Takt durch Anschlagen eines Holzplättchens anzeigte. Diesem 1790 angefertigten Versuchsmodell war jedoch kein Erfolg beschieden.[79]

William Pridgin, ein Uhrmacher aus York baute um 1793 ein Chronometer, das den Takt durch Ticken und den Taktbeginn durch einen Glockenschlag anzeigte. Dieser Apparat hat sich bis heute erhalten und wurde im Fairfax House in York aufgefunden (Abb. 4.6).[80] Die Inschrift auf der Frontplatte lautet *Chronometer Pridgin York. No. 11*, es wurde also in (zumindest einer kleinen) Serie hergestellt. Mit seiner handlichen Größe von ca. 18 cm Höhe und 10 cm Breite besitzt es eine gewisse Ähnlichkeit zu Mälzels Metronom. Es unterscheidet sich aber erheblich, was die Bedienelemente angeht. Es gibt kein sichtbares Pendel, auf dem ein Gewicht verschoben werden kann, um das Tempo einzustellen, sondern bloss einen verschiebbaren Knopf. Die Besonderheit ist, dass dieser Knopf in zwei Freiheitsgraden bewegt werden kann: horizontal, um zwischen vier Spalten auszuwählen, und vertikal.

---

75 Van Tiggelen weist darauf hin, dass sich Fétis hier beim Namen und in der Datierung irrt. Es handle sich wahrscheinlich um Dubos und das Jahr 1787; Philippe John Van Tiggelen: *Über die Priorität der Erfindung des Metronoms*, in: Herbert Schneider (Hg.): *Aspekte der Zeit in der Musik. Alois Ickstadt zum 65. Geburtstag*, Hildesheim: Georg Olms 1997, S. 98–126, hier S. 124.

76 François-Joseph Fétis: *La Musique mise à la portée de tout le monde. Exposé succint de tout ce qui est nécessaire pour juger de cet art, et pour en parler sans l'avoir étudié*, Paris: Paulin 1832, S. 35.

77 Beschrieben bei Harding: *The Metronome and it's* [sic] *precursors*, S. 19–21.

78 Adam Heinrich Wenk: *Beschreibung eines Chronometers oder musikalischen Taktmessers*, Magdeburg: Keil 1798.

79 Emmanuel Breguet/Nicole Minder/Christine Keller (Hg.): *Abraham-Louis Breguet. Die Uhrmacherkunst erobert die Welt*, Zürich: Schweizerisches Nationalmuseum 2011, S. 126.

80 David Martin: *An Early Metronome*, in: *Early Music* 16 (1988), S. 90–92.

Mit der Horizontalbewegung wurde eine Art Kupplung und Gangschaltung betätigt. So technisch raffiniert dieses Chronometer auch sein mag, vermutlich war es zu kostspielig und empfindlich, um allgemeine Verbreitung zu finden.



Abbildung 4.6: William Pridgins Chronometer.

Quelle: Martin, *An Early Metronome*, S. 91.

J. G. E. Stöckel, ein Magdeburger Kantor, baute ein Chronometer, das einer Pendeluhr mittlerer Größe glich, auf dessen Zifferblatt man das Tempo einstellen konnte, indem man den Zeiger auf eine der Zahlen von 0 bis 84 richtete.[81] Auf dieser willkürlichen Skala bezeichnete 0 das langsamste und 84 das schnellste Tempo,

81 Alle Angaben zu Stöckels Chronometer sind nachzulesen in: G. E. Stöckel: *Abhandlung ueber die Wichtigkeit der richtigen Zeitbewegung eines Tonstücks, nebst einer Beschreibung meines musikalischen Chronometers und dessen Anwendung für Komponisten, Ausführer, Lehrer und Lernende der Tonkunst, in: Allgemeine musikalische Zeitung* 2 (1800), Sp. 657–666 und 673–679.

das dieser Apparat wiedergeben konnte. Ein Bezug zu einer anderen Maßeinheit (Länge oder Dauer) bestand nicht. Stöckel schlug vor, der Komponist solle die Zahl, die das Tempo beschreibe, und den Notenwert, auf den sich das Tempo beziehe, neben den Charakter des Tonstückes schreiben, z. B. : »*Allegro,* am *St. Chron.* 30. beschr. Viertel«. Das Chronometer gab das Tempo akustisch mit Hammerschlägen gegen eine Glocke an. Zur Verdoppelung der Geschwindigkeit konnten auch zwei Hämmer in Betrieb genommen werden. Stöckel berichtete über seine Erfindung erstmals im August 1796 in der *Deutschen Monatsschrift.* Er hoffte, diesen Apparat erfolgreich vermarkten zu können, was ihm jedoch nicht gelang.

In der *Allgemeinen musikalischen Zeitung* vom 18. Juni 1800 beschreibt Stöckel den Nutzen seines Chronometers. Er erwähnt die Wichtigkeit des Tempos, um den Charakter eines Tonstückes richtig zur Geltung zu bringen. Um seine Aussagen zu untermauern, führt er verschiedene Schriften an, unter anderen Türks *Klavierschule,* Quantz' *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen,* Sulzers *Theorie der schönen Künste,* oder Hillers *Anweisung zum musikalisch-richtigen Gesange.* Er benennt die dort angeführten Hilfsmittel zur Tempobestimmung – Puls, Pendel, Taschenuhr – und bezeichnet sie als unzureichend oder unbequem. Somit kommt er zum Schluss, dass die »Erfindung eines Zeitmessers, der frey von diesen Uebelständen wäre« allseits gewünscht werde.[82]

Die *Allgemeine musikalische Zeitung* wurde zum Sprachrohr der technischen Entwicklungen eines musikalischen Chronometers. Das Bedürfnis nach einer Maßeinheit zur objektiven Quantifizierung des Tempos und nach einem entsprechenden Messinstrument, einem technischen Hilfsmittel zur Tempovermittlung, wurde durch die *Allgemeine musikalische Zeitung* stark proklamiert:

> Ist nun der Sinn […] einmal unsicher und verwirret, so, scheint mir's, muss man erst wieder einen *mechanischen* Halt suchen und sich durch diesen von neuem befestigen, ehe man der Freyheit wieder mehr Raum giebt; und dazu ist und kann nichts besser seyn, als allgemeine Einführung überall gültiger Taktmesser, welche deshalb wol niemals so nöthig gewesen sind und so wohlthätig werden konnten, als eben jetzt. Wie stehet es nun um diese, schon längst gemachte Erfindung? […] Es bedürfe nichts, als dass jeder Komponist über jedes seiner Werke eine einzige Ziffer in Beziehung auf ein solches Instrument [Stöckels Taktmesser] setze, und dann jeder Direktor, oder auch jeder andre Musiker […] diese Zahl mit seinem Taktmesser vergliche. Ob Stolz und Einbildung, oder Saumseligkeit und Trägheit, oder andere Ursachen Schuld sind, dass man auch von dieser nicht unbedeutenden deutschen Erfindung noch keinen öffentlichen Gebrauch gemacht hat, wissen wir nicht. Vielleicht kommt einmal ein englischer oder französischer Mechanicus darauf, das

82 Ebd., Sp. 662.

> Instrument nachzumachen, und es, mit gehörigem Geräusch der Welt um einen verzehnfachten Preis anzubieten: dann wird's wohl gehen![83]

> Es giebt Erfindungen, von deren Nützlichkeit jedermann überzeugt ist, in deren Lobe alle Welt übereinstimmt, und die doch so unbenützt bleiben, als wären sie gar nicht da. Welch eine lange Litaney könnte hier der deutsche Physiker anstimmen! Auch der Tonkünstler hat Stoff zu einer, obgleich kürzern. In diese gehört auch der Vorschlag, der schon vor mehrern Jahren, und oft gethan worden, den Grad der Bewegung eines Musikstücks durch ein eigenes Instrument so zu bestimmen, dass mit dessen Hülfe auch in den entferntesten Orten und Zeiten ein jeder im Stande ist, gerade dasselbe Tempo zu fassen, das der Componist haben wollte. [...] Das Bedürfnis eines Taktmessers fühlte man schon lange. Er wurde gefunden, und zwar von der Art, dass er ohne namhafte Kosten konnte angeschafft, und ohne Beschwerden, auch ohne Zeitverlust, überall, wo es nöthig war, angewendet werden. Die Erfindung wurde bekannt gemacht, von vielen Seiten lebhaft empfohlen: und sie fand doch keinen Eingang.[84]

In den 1810er Jahren begann auch Johann Nepomuk Mälzel (1772–1838), Pianist, Erfinder und Konstrukteur mechanischer Musikinstrumente, sich mit der Aufgabe zu beschäftigten, einen musikalischen Zeitmesser zu bauen.

> Herr *Melzel* hatte auf seinen Reisen durch Deutschland, Frankreich, und Italien, zu Folge seiner erprobten Kenntnisse in der Mechanik und Musik von den angesehensten Componisten und Conservatorien die Aufforderung erhalten, sein Talent auch einmahl einer gemeinnützigen Erfindung zu widmen, nachdem mehrere dießfalls gemachte Versuche Anderer bisher immer mangelhaft blieben. Er unterzog sich der Lösung dieser Aufgabe, und es gelang ihm, mit dem kürzlich aufgestellten Modelle vorerst die vollkommene Befriedingung der ersten Tonsetzer Wiens zu erreichen [...].[85]

Ein erster Prototyp scheint 1813 bereit zu sein, wie am 1. Dezember in der *Allgemeinen musikalischen Zeitung* zu lesen ist. Ebenso zeigt sich Mälzels ausgeprägter Geschäftssinn: Von Anfang an bemühte er sich darum, führende Komponisten zur Propagierung seines Chronometers miteinzubeziehen.

> Das durch Ihre Zeitschrift seit einiger Zeit von neuem lebhaft aufgeregte Bedürfnis eines *musikal. Chronometers* [...] scheint von Wien aus [...] gestillt zu werden.

83 *Allgemeine musikalische Zeitung* 9 (1807), Sp. 266 f.

84 *Allgemeine musikalische Zeitung* 15 (1813), Sp. 305 f.

85 *Vaterländischen Blätter für den österreichischen Kaiserstaat*, 13. Oktober 1813, S. 490.

> Der berühmte, hiesige Hofmechanicus, Hr. Mälzel, hat ein solches Instrument erfunden, hat es fertig geliefert, der Probe ausgesetzt, und es aufs vollkommenste approbirt bekommen. Nach der öffentlichen Erklärung der Herren Salieri, Beethoven, Weigel etc. leistet es alles, was von solch einem Hülfsmittel zur besten Direction zu verlangen ist […][86].

Bei diesem Chronometer schlug ein Hebel, der durch ein Zahnrad in Bewegung versetzt wurde, auf einen kleinen hölzernen Amboss. Der Apparat konnte Tempi von 48 bis 160 Schlägen pro Minute wiedergeben. In diesem Artikel wird zudem angekündigt, dass diese Erfindung in angemessener Anzahl angefertigt und »binnen längstens einem Jahr in den Hauptstädten Wien, London, Paris, Mayland, Berlin und Petersburg, in besonderen Verlagen um den billigsten Preis« erhältlich sein werde.[87]

Diederich Nicolaus Winkel (1777–1826), ein deutscher Erfinder und Instrumentenbauer, der in Amsterdam lebte und sich mit seinen qualitativ hochwertigen Musikautomaten (Walzenorchestrien und Orgeln) einen Namen gemacht hatte, erfand 1814 einen neuen Apparat zur musikalischen Zeitmessung, den er *Chronometer* nannte.[88] Die herausragende Besonderheit dieser Erfindung war das aufrecht stehende Pendel mit einem verschiebbaren Gewicht auf der einen und einem Gegengewicht auf der anderen Seite der Drehachse. Damit war das Problem, das das Pendel für langsame Tempi so unhandlich machte, weil seine Länge im Quadrat zur Periodendauer anwuchs, gelöst. Am 31. Juli 1815 stellte er seine Erfindung der vierten Abteilung des *Hollandsch Instituut van Wetenschappen, Letterkunde en Schoone Kunsten* in Amsterdam vor. Im beiliegenden Brief heißt es:

> […] Darum bin ich so frei, Euer Hochwohlgeboren das beigefügte Chronometer, das ich am 26. November 1814 erfunden habe, anzubieten mit der Bitte zu prüfen, ob dieses Gerät seiner Bestimmung gerecht wird. Wie andere Erfinder ähnlicher Apparate habe ich die gewöhnliche Zeitrechnung in Minuten als Ausgangspunkt für kleinere Unterteilungen genommen. Denn die Minuten sind überall gleich lang, und die Zahlen auf der aufrechtstehenden Stange bedeuten die Teile einer Minute. Wünscht man nun, daß eine bestimmte Zahl von Schlägen […] des Pendels zu hören ist, dann fixiert man das Gewicht unterhalb der Zahl.[89]

Die Reaktion der Kommission war positiv, aber nicht enthusiastisch. Das Gutachten bescheinigt Winkels Erfindung, dass sie ihren Zweck erfülle, die Schläge pro Minute präzis angebe und stabil gebaut sei.

---

86 *Allgemeine musikalische Zeitung* 15 (1813), Sp. 784 f. (Hervorhebung im Originial).

87 Ebd., Sp. 788.

88 Der Prototyp existiert noch und steht heute im *Gemeentemuseum* in Den Haag.

89 Zit. nach Van Tiggelen: *Über die Priorität der Erfindung des Metronoms*, S. 101.

Im Sommer 1814 kam Mälzel auf einer seiner Reisen, die er unternahm, um seine mechanischen Instrumente vorzuführen, nach Amsterdam. Die *Allgemeine musikalische Zeitung* berichtet unter »Nachrichten« aus Amsterdam:

> Hr. Maelzel, k. k. Hofmechanicus von Wien, befand sich Ende Sommers hier. Er zeigte im deutschen Theater sein *Panharmonikon*, den *Trompeter*, und den *Brand von Moskau*. [...] Hr. M. erhielt hier vielen Beyfall; und so konnte er 5 Wochen lang, täglich zwey Vorstellungen geben [...]. Er zeigte auch ein paar Chronometer, wovon der eine den Takt mit einem Pendel oder einer Schnur angiebt, der andere aber den Takt schlägt. Erster ist ziemlich einfach und allerdings geeignet, den Takt eines Tonstücks, nach dem Willen des Componisten, einem jeden, auch am entferntesten Orte, durch ein paar Zeichen ganz genau anzugeben. [...] Der andere Chronometer, der Taktschläger, scheint noch vieler Verbesserungen fähig zu seyn. Er könnte Anfängern nützen, um sich im richtigen Takt zu üben.[90]

Mälzels Chronometer schienen zu diesem Zeitpunkt technisch noch nicht ausgereift zu sein. Zu diesem Verdikt kommt auch eine Notiz der Redaktion in der *Allgemeinen musikalischen Zeitung* vom 1. Februar 1815. Mälzels Taktmesser wird dort mit dem von Gottfried Weber vorgeschlagenen Pendel verglichen und streng kritisiert.[91]

Während seines Aufenthalts in Amsterdam erhielt Mälzel die Gelegenheit, Winkel kennenzulernen und dessen Chronometer zu sehen. Sofort erkannte er den immensen mechanischen Vorteil des sich um einen Drehpunkt bewegenden Pendels mit verschiebbarem Gewicht und übernahm diese Vorrichtung kurzerhand für sein eigenes Chronometer. Anschließend begab sich Mälzel nach Paris, wo er sofort ein Patent anmeldete für ein Instrument, das er nun erstmals *Metronom* nannte.[92] Gegen Ende des Jahres reiste er nach London, um das Metronom dort ebenfalls patentieren zu lassen. Die Beschreibung in der Patentschrift (dazu auch Abb. 4.7) lautet:

> [M]y instrument [...] for the improvement of all musical performance, which I denominate a metronome or musical time-keeper, is for the purpose of counting or beating the time for music [...]. These equal intervals of time are measured by the vibrations of a particular kind of pendulum, whereof each vibration is indicated in an audible manner to the performer, by the tick or drop of an escapement, similar to that used in a certain description of clocks [...]. By this means the performance of music will be improved, because the intervals of time will be always referred to the same standard, viz. the number of vibrations in a minute [...]. To effect this re-

90 *Allgemeine musikalische Zeitung* 17 (1815), Sp. 314 f. (Hervorhebungen im Original).

91 Ebd., Sp. 81 f.

92 Van Tiggelen: *Über die Priorität der Erfindung des Metronoms*, S. 107.

> gulation of the vibrations, I make the pendulum so short from its centre of motion to the weight or bob that it will vibrate quicker […] than can be required for beating time in music, and I continue the rod or stem of the pendulum above the centre of motion; and upon the upper part of the rod or stem I apply a second weight or bob in such a manner, that it can at pleasure be placed at a greater or less distance from the centre of motion; the action of this second weight placed above the centre, is to retard the motion of the pendulum, and the higher it is placed above the centre the slower the vibrations will be, and *vice versa*.[93]

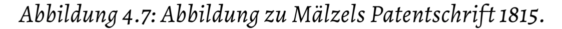
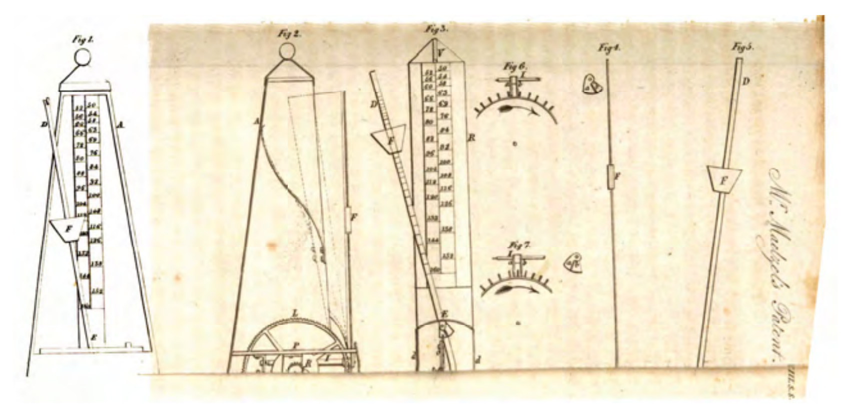


Abbildung 4.7: Abbildung zu Mälzels Patentschrift 1815.



Quelle: *Specification of the Patent granted to John Maelzel*, neben S. 8.

Mälzels Metronom hatte rasch Erfolg in ganz Europa. Grund dafür war nicht zuletzt auch Mälzels kaufmännisches Geschick. Er verschenkte 200 Exemplare seines Apparats an Musiker, Interpreten und Orchesterleiter. Es gelang ihm, viele Komponisten davon zu überzeugen, die Tempi ihrer Kompositionen anzugeben. In der Ausgabe der *Allgemeinen Musikalischen Zeitung, mit besonderer Rücksicht auf den österreichischen Kaiserstaat* vom 6. Februar 1817 steht:

> Alle berühmten Tonsetzer und Professoren der Musik, deren Urtheilen Hr. *Mälzel* seinen Metronomen zu unterwerfen Gelegenheit hatte, nahmen seine Erfindung mit dem vollkommensten Beyfalle auf, […] Unter den Namen berühmter Meister […] befinden sich:

93 *Specification of the Patent granted to John Maelzel*, in: *The Repertory of Arts, Manufactures and Agriculture*, Volume XXXIII, 2nd Series, London: Printed for J. Wyatt 1818, S. 7–13.

> In London die Herren: Attwood, Ayrlon, Bishop, Braham, Muzio Clementi, I. B. Cramer, Dizi, Graeff, Greatorex, Griffin, Kalkbrenner, Klengel, Latour, Mazzinghi, Ries, W. Shield, Viotti, Samuel Webbe, S. Wesley u.s.w.
>
> In Paris die Herren: Berton, Boyeldieu, Catel, Cherubini, Kreutzer, le Sueur, Mehul, Nicolo, Paer, Pleyel, Spontini u.s.w.
>
> In Wien die Herren: Beethoven, Gelinek, Gyrowetz, Hummel, Moscheles, Sahen, Weigl u.s.w.
>
> Die erwähnten Meister verpflichteten sich, ihre künftigen Compositionen nach der Scale des Mälzelschen Metronoms zu bezeichnen, um dadurch jedem Streite zu begegnen, der über die Geschwindigkeit der Bewegung entstehen könnte.[94]

Winkel bemühte sich mehrfach, die Priorität seiner Erfindung geltend zu machen. Das Koninklijk Nederlandsch Instituut, bei dem Winkel seine Beschwerde diesbezüglich vorbrachte, gab ihm 1820 schließlich Recht.[95] Dies änderte aber nichts an der Tatsache, dass der Name Mälzels bis heute mit dem Metronom verbunden geblieben ist.

* * *

Bei den Entwicklungen, die zum Metronom führten, waren Theoretiker, Praktiker bzw. Mechaniker und Künstler beteiligt. Ihre Beiträge waren teils unabhängig voneinander, teils nahmen sie aufeinander Bezug. Auf jeden Fall trafen verschiedene Ansprüche, Vorstellungen, Methoden und Arbeitsweisen aufeinander. Beispielhaft zeigte sich das an den verwendeten Maßeinheiten. Die wissenschaftliche Skala bezog sich auf 1/60 Sekunden. Dies war ein gängiges wissenschaftliches Zeitmaß, das die 60er-Teilung von Stunde, Minute und Sekunde noch um eine Ebene weiterführte. Das *Métrometre* von d'Onzembray unterteilte den Zeitmaßstab von 30 bis 68 *tierces* in 76 Schritte, während die Traktate der Musikpraxis die Angaben nach Taktarten, Tempowörtern oder Bezeichnungen für Tänze anordneten. Das *Métrometre* war als Messinstrument gedacht, wie genau es das Tempo abstufen konnte, zeigt die Abbildung 4.8.

---

94 Fr. S. Kandler, *Rückblicke auf die Chronometer und Herrn Mälzels neueste Chronometerfabrik in London*, in: AMZK (1817), Sp. 42 f.

95 Die ganze Affäre Winkel vs. Mälzel ist ausführlich dokumentiert bei Van Tiggelen: *Über die Priorität der Erfindung des Metronoms.*

Abbildung 4.8: Der Zeitmaßstab des Métrometre *von d'Onzembray.*

Tierces	Sek.	MM	Tierces	Sek.	MM	Tierces	Sek.	MM
30	0.50	120.00	43	0.72	83.72	56	0.93	64.29
30.5	0.51	118.03	43.5	0.73	82.76	56.5	0.94	63.72
31	0.52	116.13	44	0.73	81.82	57	0.95	63.16
31.5	0.53	114.29	44.5	0.74	80.90	57.5	0.96	62.61
32	0.53	112.50	45	0.75	80.00	58	0.97	62.07
32.5	0.54	110.77	45.5	0.76	79.12	58.5	0.98	61.54
33	0.55	109.09	46	0.77	78.26	59	0.98	61.02
33.5	0.56	107.46	46.5	0.78	77.42	59.5	0.99	60.50
34	0.57	105.88	47	0.78	76.60	60	1.00	60.00
34.5	0.58	104.35	47.5	0.79	75.79	60.5	1.01	59.50
35	0.58	102.86	48	0.80	75.00	61	1.02	59.02
35.5	0.59	101.41	48.5	0.81	74.23	61.5	1.03	58.54
36	0.60	100.00	49	0.82	73.47	62	1.03	58.06
36.5	0.61	98.63	49.5	0.83	72.73	62.5	1.04	57.60
37	0.62	97.30	50	0.83	72.00	63	1.05	57.14
37.5	0.63	96.00	50.5	0.84	71.29	63.5	1.06	56.69
38	0.63	94.74	51	0.85	70.59	64	1.07	56.25
38.5	0.64	93.51	51.5	0.86	69.90	64.5	1.08	55.81
39	0.65	92.31	52	0.87	69.23	65	1.08	55.38
39.5	0.66	91.14	52.5	0.88	68.57	65.5	1.09	54.96
40	0.67	90.00	53	0.88	67.92	66	1.10	54.55
40.5	0.68	88.89	53.5	0.89	67.29	66.5	1.11	54.14
41	0.68	87.80	54	0.90	66.67	67	1.12	53.73
41.5	0.69	86.75	54.5	0.91	66.06	67.5	1.13	53.33
42	0.70	85.71	55	0.92	65.45	68	1.13	52.94
42.5	0.71	84.71	55.5	0.93	64.86			

Bei Mälzels Metronom und den Geräten und Verfahren, die ihm vorausgegangen waren, handelte es sich um das früheste Vorkommen von technikgestützter Tempovermittlung in unserem Kulturraum. Der Prozess, der schließlich zu Mälzels Metronom führte, war lang und sicherlich nicht geradlinig. Exemplarisch kann daran die Wechselwirkung von Technik und Musik betrachtet werden. Weder das Uhrwerk noch das Pendel waren zu einem musikalischen Zweck erfunden worden, kamen aber beim Metronom zusammen. Die Initiative, ein technisches Mittel zur Objektivierung des musikalischen Tempos zu verwenden, ging eher von den Wissenschaftlern und Technikern aus als von den Musikern. Die Musikpraxis forderte zwar Lösungen, aber zunächst keine technischen Neuentwicklungen. Diese wurden, zusammen mit dem immer wieder suggestiv vorgebrachten Argument ihrer Nützlichkeit, von Erfindern und Mechanikern ins Spiel gebracht.

Teil II: Wissenschaftlich-künstlerische Studie

5. Prämissen

> [...] it's funny how some of the most fundamental and clear musical issues seem to slip to the side sometimes in this process!!
> *Cameron Graham*[1]

Welche musikalischen Möglichkeiten eröffnen sich durch technikgestützte Tempovermittlung? Eine Methode, dies zu erörtern, besteht darin, selbst ein System zur technikgestützten Tempovermittlung zu entwickeln und es in der künstlerischen Praxis anzuwenden. In der hier beschriebenen Studie wurde diese Methode angewendet und eine Versuchsanordnung aufgestellt, die sowohl Technikentwicklung als auch Technikanwendung beinhaltet. Eine solche Versuchsanordnung bringt nicht nur neue Software und neue Werke hervor, sie gestattet es auch, die Anwendung der Software, die Aufführungen der Werke, die Probenarbeit und die kreativen Prozesse der Komponist·innen zu beobachten.

Die Vorläufer dieser Studie reichen ins Jahr 2010 zurück. Ein erster, noch rudimentärer Software-Prototyp wurde für mehrere Konzerte in den Jahren 2010–2013 verwendet. Nachdem sich in dieser Art die ersten konzeptuellen Grundgedanken gefestigt hatten, wurde das Vorhaben 2014 inhaltlich und methodisch konkretisiert und als Studie im Sinne von wissenschaftlich-künstlerischer Forschung weitergeführt. In den darauf folgenden Jahren entstanden zwei Applikationen und insgesamt rund zwanzig Kompositionen.[2] In den Jahren 2017–2019 wurden drei Konzerte organisiert, in denen ausschließlich Werke aufgeführt wurden, die technikgestützte Tempovermittlung nutzten (Abb. 5.1). Daneben fanden aber auch Konzerte statt, die von außenstehenden Institutionen oder Ensembles durchgeführt wurden. Dort standen jedoch immer nur einzelne Stücke mit technikgestützter Tempovermittlung auf dem Programm.

1 E-Mail an den Autor, 10. September 2019.

2 Siehe Anhang: Werkliste.

Abbildung 5.1: Konzertplakat für das 2018 im Rahmen der Studie durchgeführte Konzert Synchron-Asynchron #2.

z hdk

Zurich University of the Arts
Institute for Computer Music and Sound Technology

14.11. Mittwoch **2018**
19 Uhr 7.K05 Konzertsaal 1, Ebene 7
Toni-Areal, Pfingstweidstrasse 96, Zürich
Eintritt frei
www.zhdk.ch/**icst**

synchron – asynchron #2

Neue tempopolyphone Musik

Marcelo Lazcano S.S.R. (2018, UA)
Philippe Kocher Hier und dort (2018, UA)
I (hier) • II (dort) • III (dort) • IV (hier)
Karin Wetzel Seiltanz (2018, UA)
Carlos Hidalgo Scorrevole fluido (2018, UA)

–

Cascatelle Saxophone Quartet
Paulina Pitenko, Faustyna Szudra, Vincent Magnin, Pisol Manatchinapisit

T'nua Saxophone Quartet
Amit Dubester, Áyax Llorente Gomez, Kathrine Kirkeng Oseid, Aurélien Mérial

icst institute for computer music and sound technology

In dieser Studie ist *technikgestützt* synonym mit *computergestützt*. In der Erforschung einer Musikpraxis, die auf die Verwendung von Computertechnik beruht, liegt auch eine gesellschaftliche Relevanz: Die Computertechnik, einstmals hoch spezialisiert, hat sich seit dem späten 20. Jahrhundert in unserer industrialisierten Gesellschaft immer stärker ausgebreitet und ist Teil unserer Kultur geworden. Eine Besonderheit dieser Studie liegt darin, dass sie zwar diese kulturelle Bedeutung der Computernutzung thematisiert, dabei jedoch auf einen Teilaspekt abzielt, der nicht zu den geläufigsten Anwendungen der Musikinformatik zählt. Es geht nicht um digitale Klangerzeugung, -bearbeitung, -übermittlung oder -speicherung, sondern um die Darstellung und Vermittlung einer zeitlichen Ordnung für eine von Menschen auf akustischen Instrumenten gespielte Musik.

Die Dokumentation dieser Studie basiert stark darauf, dass ich selbst als Software-Entwickler, Komponist und Konzertveranstalter in alle Aktivitäten involviert war. Sie kann damit nicht den Anspruch von distanzierter Objektivität erheben. Die Erkenntnisse bezüglich der Arbeitsprozesse entspringen meiner Selbstbeobachtung und der Beobachtung der anderen beteiligten Personen. Die meiste Kommunikation mit Musiker·innen und Komponist·innen fand informell in der Form von Gesprächen und dem Austausch von E-Mails oder Textnachrichten statt. Mit einigen Komponist·innen wurden auch Experteninterviews geführt, bei denen es primär um den Entstehungsprozess der Werke und eine Sichtung der Skizzen ging.[3]

5.1 Technik

Die vernetzte Musikdarbietung *(networked music performance)* ist seit einigen Jahrzehnten ein Thema der zeitgenössischen Musik. Sie hat sich durch den technischen Fortschritt, insbesondere bezüglich der drahtlosen Datenübertragung in jüngerer Zeit, rasant entwickelt und bietet für viele Künstler·innen eine reizvolle Möglichkeit, sich kritisch mit neuen Medientechnologien, den Machtstrukturen, die die Netzwerktechniken verkörpern, sowie den Aspekten von Kollaboration und Partizipation auseinanderzusetzen.[4] In den meisten Fällen handelt es sich bei solcher Netzwerkmusik um elektronische Musik.

3 Zur Methodik von Experteninterviews vgl. Aglaja Przyborski/Monika Wohlrab-Sahr: *Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch*, 4., erweiterte Auflage, München: Oldenbourg 2014, S. 188.

4 Vgl. dazu David Ogborn: *Network Music and the Algorithmic Ensemble*, in: Roger T. Dean/Alex McLean (Hg.): *The Oxford Handbook of Algorithmic Music*, New York: Oxford University Press 2018, S. 345–361, und Leonardo Gabrielli/Stefano Squartini: *Wireless Networked Music Performance*, Singapore 2016.

Im Bezug auf Instrumentalmusik existieren ebenfalls technische Mittel für eine (lokal oder über das Internet) vernetzte Musizierpraxis.[5] Dabei wird auf dem Bildschirm eine symbolische oder graphische Musiknotation dargestellt und die zeitliche Synchronisation wird oft durch ein koordiniertes Scrollen erreicht. Technische Lösungen, die spezifisch für die Temposynchronisation in einem lokalen Netzwerk ausgelegt sind, gehen in der Regel davon aus, dass es sich um dasselbe Tempo für alle beteiligten Interpret·innen handelt.[6] Damit sind sie für komplexere Tempodispositionen und insbesondere für tempopolyphone Musik nicht geeignet.

Dieses Desiderat war die Motivation, keine bereits (kommerziell) verfügbare Software zu verwenden, sondern für die spezifischen Bedürfnisse der Studie selbst zu programmieren. Dies führte zunächst zu der Applikation *PolytempoNetwork* und später, als sich herausstellte, dass für die oft mathematisch anspruchsvolle Konstruktion komplexer Tempostrukturen ebenfalls ein Hilfsmittel gebraucht wird, zur Applikation *PolytempoComposer.* Beide Applikationen werden in Kapitel 6 beschrieben.

Die in dieser Studie behauptete gegenseitige Beeinflussung von Technikentwicklung und künstlerischer Tätigkeit beruht nicht nur darauf, dass die Software-Entwicklung auf die spezifischen Anforderungen der künstlerischen Praxis hin ausgerichtet war, sondern auch auf der Annahme, dass die Software stets auch die kompositorischen Arbeitsprozesse prägte.[7] Die Software-Entwicklung nahm damit mehr als nur eine dienende Rolle ein. Wenn Entwickler·innen die funktionale Logik einer Applikation entwerfen und die Benutzerschnittstellen gestalten, schaffen sie die Möglichkeiten und Affordanzen, die die künstlerischen Arbeitsprozesse beeinflussen, indem sie gewisse Handlungsabläufe vorgeben und gewisse Denkprozesse auf vorgegebenen Pfaden führen. In der vorliegenden

---

5 Für eine Übersicht vgl. Stuart James et. al.: *Establishing connectivity between the existing networked music notation packages Quintet.net, Decibel ScorePlayer and MaxScore*, in: *International Conference on Technologies for Music Notation and Representation* (2017), S. 171–183.

6 Die tragbaren, Vibrations-Metronome der Firma *Soundbrenner* können via Mobilgerät mit einer Digital Audio Workstation auf einem Computer synchronisiert werden, vgl. https://www.soundbrenner.com; das Protokoll *Ableton Link* ermöglicht, verschiedene Musikanwendungen auf ein gemeinsames Tempo und ein gemeinsames Metrum zu synchronisieren, vgl. https: //www.ableton.com/de/link.

7 Einer der ersten, der erkannte, dass technische Werkzeuge am Arbeitsprozess beteiligt sind, war Friedrich Nietzsche. Der schwer augenkranke Philosoph schaffte sich 1882 eine Schreibmaschine an, weil er hoffte, dass sie ihm helfen würde, seine Gedanken zu Papier zu bringen. Kurz nachdem er sie erhalten hatte, schrieb er in einem Brief an seinen Freund Heinrich Köselitz, »Sie haben recht, unser Schreibwerkzeug arbeitet mit an unseren Gedanken«. Friedrich Nietzsche: *Schreibmaschinentexte*, hg. von Stefan Günzel/Rüdiger Schmidt-Grépály, Weimar: Bauhaus-Universität 2002, S. 18.

Studie hatten alle am Projekt beteiligten Programmierer eine musikalische Ausbildung und waren auch als praktizierende Musiker tätig. Zwar ist eine solche doppelte Fachkompetenz unter Mitarbeiter·innen eines Instituts für Computermusik keine Besonderheit, aber sie wirkte sich dadurch aus, dass alle technischen Entwicklungsschritte und die damit zusammenhängenden Entscheidungen von Beginn an durch musikalische Praxiserfahrung informiert waren.

5.2 Praxis

Technikgestützte Tempovermittlung ist immer dann erforderlich, wenn es den Musiker·innen nicht möglich ist, selbst das Tempo mit der nötigen Genauigkeit zu etablieren. Auf welche musikalischen Strukturen und aufführungspraktischen Gegebenheiten dies zutrifft, wird in Kapitel 7 im Detail erörtert. Ein exemplarischer Fall ist die tempopolyphone Musik: Damit die kontrapunktischen Beziehungen zwischen den Temposchichten stabil bleiben, müssen die Tempi akkurat eingehalten werden. Sobald es sich jedoch um Tempi handelt, die nicht in einfachen Relationen stehen, können sich die Ausführenden nicht mehr spontan untereinander synchronisieren. Damit bekommt die technikgestützte Tempovermittlung eine zentrale Bedeutung bei der Realisierung von tempopolyphoner Musik. Doch die Tempopolyphonie stellt sich nicht nur den gewohnten Prinzipien des Musizierens in einem gemeinsamen Tempo entgegen, sondern auch denjenigen des Schreibens. Die Partiturdarstellung von tempopolyphoner Musik bietet einige Schwierigkeiten und stellt die Komponist·innen vor Herausforderungen. Worin diese Schwierigkeiten liegen und zu welchen Arbeitsstrategien sie geführt haben, wird in Kapitel 8 behandelt.

Die Gleichzeitigkeit von mehreren verschiedenen Tempi ist unserer Musikkultur fremd. Somit kann es bei Tempopolyphonie den Komponist·innen schwerfallen, sich den Ablauf der Musik vorzustellen. Man muss eher davon ausgehen, dass solche Tempostrukturen ab einem bestimmte Komplexitätsgrad nicht mehr imaginiert, sondern konstruiert werden. Wenn dabei die kontrapunktischen Beziehungen zwischen den Temposchichten unter Kontrolle bleiben sollen, werden etliche Berechnungen nötig. Dazu kann ein technisches Hilfsmittel verwendet werden, in einfachen Fällen ein Taschenrechner, in anspruchsvolleren Fällen ein Computerprogramm. Daraus lässt sich die These entwickeln, dass es zwischen der Techniknutzung in der Aufführungspraxis und der Kompositionspraxis zu einer wechselseitige Abhängigkeit kommt:

- Die technischen Hilfsmittel zur Tempovermittlung ermöglichen die akkurate Wiedergabe von komplexen Tempostrukturen. Um das Potenzial, das in einer solchen Aufführungspraxis liegt, künstlerisch auszuschöpfen, streben

die Komponist·innen danach, möglichst komplexe Tempostrukturen zu entwickeln. Dafür müssen jedoch viele, oft so komplizierte Berechnungen angestellt werden, dass dafür ein technisches Hilfsmittel zur Komposition benötigt wird.
- Die technischen Hilfsmittel zur Komposition erleichtern das Ausrechnen von Zeiten, Notenwerten und Tempi. Indem sie damit bestimmte Wege der Ideenfindung begünstigen, unterstützen sie die Entwicklung von komplexen Tempostrukturen. Die so entstehende Musik ist jedoch ›unspielbar‹, also wird technikgestützte Tempovermittlung benötigt.

Eine solche Wechselseitigkeit stellt natürlich einen Idealfall der Techniknutzung dar. Nicht alle Werke sind auf diese Weise entstanden.

5.3 Werke

Bei den in dieser Studie entstandenen Werken handelt es sich teils um meine eigenen, teils um fremde Kompositionen. Es ist wichtig, hier eine methodische Unterscheidung vorzunehmen, denn die Ansprüche an diese Werke, die künstlerische Vorgehensweise, der Bezug zur Forschungsfrage und die zu erwartenden Erkenntnisse sind in beiden Fällen verschieden.

Kompositionsaufträge

Für die im Rahmen der Studie durchgeführten Konzerte wurden einige Komponist·innen beauftragt, Werke zu komponieren. Die Kompositionsaufträge enthielten die explizite Aufforderung, die in der Studie entwickelte Applikation *PolytempoNetwork* zur technikgestützten Tempovermittlung zu verwenden. So waren die Komponist·innen dazu angehalten, sich auf ein vorgegebenes technisches Setting einzulassen und dessen Möglichkeiten zu nutzen. Die Absicht hinter diesen Kompositionsaufträgen war nicht nur, den Korpus an tempopolyphonen Werken zu vergrößern, sondern auch, das Potenzial der technikgestützten Tempovermittlung zu erforschen. Damit war auch die Erwartung verbunden, dass die beauftragten Komponist·innen Musik schreiben, die in spezifischer Weise auf das technische System Bezug nimmt und damit einen (möglichst noch unentdeckten) Aspekt der technikgestützten Tempovermittlung aufzeigt.

Dieses Vorgehen, eine Forschungsfrage in der künstlerischen Praxis zu explorieren, birgt Risiken. Da für die künstlerische Arbeit Gestaltungs- und Entscheidungsfreiheit elementar sind, liegt es in der Natur der Sache, dass nicht jedes Werk gleichermaßen ein brauchbares Resultat im Sinne der Forschungsfrage darstellt. Die Verbindung von Tempopolyphonie und technikgestützter Tempo-

vermittlung ist hoch spezialisiert und nicht zu allen kompositorischen Denk- und Handlungsweisen gleichermaßen kompatibel. Manchmal stellte sich das auch erst im Laufe der Arbeit heraus und die Möglichkeiten der technikgestützten Tempovermittlung, die am Anfang noch ein wichtiger Teil der Konzeption gewesen waren, verloren entweder ihren Reiz oder wurden von anderen Gestaltungselementen verdrängt. Ein Komponist war so ehrlich, dies in der Programmnotiz zu seiner Komposition zu erwähnen:

> S.S.R. begann als ein Projekt, bei dem es nur um die Verwendung der Software *Polytempo Network* und die Beziehung zwischen Instrumenten in verschiedenen Tempi ging. Doch während des Komponierens wurde klar, dass da noch ein tiefer liegendes Element seinen Weg in die Musik gefunden hatte. S.S.R. steht für *Seminario San Rafael*, die katholische Schule, die ich 13 Jahre lang besuchte. Gegen einige Priester, die dort unterrichteten, ist in der Zwischenzeit Anklage wegen sexuellen Missbrauchs erhoben worden. [...] Das Stück S.S.R. handelt ebenso vom inneren Konflikt, den diese Erfahrung hervorgerufen hat, wie auch vom Frieden, den ich durch Meditation und Kontemplation gefunden habe.[8]

Es zeigte sich auch, dass die Komponist·innen sich unter ›Tempopopolyphonie‹ ganz verschiedene Dinge vorstellten. Grundsätzlich kam dies dem Anspruch des Forschungsvorhabens, möglichst viele Anwendungsformen der technikgestützten Tempovermittlung zu finden, entgegen. Meist waren die Vorstellungen der Komponist·innen zunächst eher vage und konkretisierten sich erst im Laufe der kompositorischen Arbeit. Dass auch die Erfahrung, die man über längere Zeit und anhand mehrerer Kompositionen sammeln kann, wichtig ist, bestätigen die Komponisten, die in dieser Studie mehr als nur ein einziges Werk komponiert haben: Erst nach eine Weile werde es klar, »was das System will« und wie innerhalb des vorgegebenen Settings tragfähige Ideen entwickelt werden können.[9]

Eigene Werke

Es ist ein Privileg der künstlerischen Forschung, dass man die Beispiele, die die eigenen Theorien illustrieren, selbst herstellen kann. In diesem Sinne sind meine eigenen Werke Exemplifikationen. Sie nutzen die technischen Möglichkeiten am weitreichendsten, was damit zu tun hat, dass ich selbst in die Entwicklung der Technik involviert bin und somit von allen Komponist·innen mit den Möglichkeiten der Technik am engsten vertraut bin. Zudem basieren diese Werke auf kompositorischen Ideen, die ich aus dem Forschungskontext heraus generiert habe.

8 Programmnotiz zu Marcelo Lazcanos Komposition S.S.R., 14.11.2018.

9 Textnachricht von André Meier an den Autor, 14.11.2018.

Wenn künstlerisches Arbeiten als Teil der Forschungsmethodik begriffen wird, müssen die künstlerischen Entscheidungen sich in den Dienst der Forschungsfrage stellen. Das bedeutet, dass die Gestaltungsfreiheit zwar nicht gänzlich aufgegeben, aber zu Gunsten eines Erkenntnisgewinns zurückgenommen wird.[10] Natürlich überlagert sich das Forschungsinteresse stark mit meinen individuellen künstlerischen Interessen und Vorlieben.[11]

Auf die anderen Komponist·innen, die im Rahmen dieser Studie Werke komponiert haben, trifft dies viel weniger zu. Ihnen wurde künstlerische Freiheit zugestanden, der Ausgangspunkt ihrer Arbeit lag nicht unmittelbar in einer Forschungsfrage, sondern der grundsätzlichen Neugierde, die sie der tempopolyphonen Versuchsanordnung entgegengebrachten. Der Zusammenhang zur Forschung besteht darin, dass die entstandenen Werke ein Zeugnis darüber ablegen, wie diese Komponist·innen sich innerhalb eines von der Forschung vorgegebenen Rahmens bewegt oder sich gegenüber einer spezifischen Aufgabenstellung verhalten haben.

Aus dieser Unterscheidung zwischen meiner eigenen künstlerischen Arbeit und der von anderen Komponist·innen lassen sich zwei Kategorien formulieren:

- Der Komponist oder die Komponistin ist *das Subjekt der Forschung.* Die kompositorische Arbeit ist geleitet von Thesen, die modellhaft in der künstlerischen Praxis umgesetzt werden. Die entstehenden Kompositionen sind in jedem Fall und unabhängig von ihrer künstlerischen Qualität relevant für die Forschung, weil es sich immer um eine exemplarische Ausarbeitung eines bestimmten Aspekts handelt.
- Der Komponist oder die Komponistin ist *das Objekt der Forschung.* Die kompositorische Arbeit ist frei und wird als Reagieren auf das von der Forschung vorgegebene Setting beobachtet. Kompositorische Ideen, die von den Thesen des Forschungsprojekts abweichen, sind erwünscht, da sie neue Erkenntnisse hervorbringen können. Es besteht damit jedoch immer auch das Risiko, dass die entstehenden Kompositionen nur wenig Relevanz für die Forschung haben.

Dokumentation

Es werden nicht alle Werke, die jemals mit den im Rahmen der Studie entwickelten technischen Mitteln aufgeführt wurden, in den folgenden Kapiteln dokumentiert. Ausgelassen werden diejenigen Werke, deren Realisation ich nicht selbst begleitet und beobachtet habe, für die zu wenig Informationen von den Komponist·innen

10 Zum Komponieren als Methode der Forschung vgl. Germán Toro Pérez: *Komponieren*, in: Jens Badura et al. (Hg.): *Künstlerische Forschung. Ein Handbuch*, Zürich: Diaphanes 2015, S. 173–175.

11 Dass das Forschungsinteresse sich mit einem ›persönlichen‹ Interesse überlagert, ist selbstverständlich kein Alleinstellungsmerkmal von künstlerischer Forschung.

vorliegen oder die für einen Aspekt der technikgestützten Tempovermittlung stehen, der an einem anderen Werk besser oder ausführlicher gezeigt werden kann. Zudem werden die Werke nicht vollständig und in allen Details analysiert, sondern es werden nur die Teilaspekte herausgearbeitet, die mit der technikgestützten Tempovermittlung unmittelbar in Verbindung stehen. Und schließlich können auch nicht alle Werke gleich eingehend und nach demselben Schema dokumentiert werden. Es handelt sich bei jedem Werk um eine subjektive und einzigartige Auseinandersetzung mit der Thematik der technikgestützten Tempovermittlung, die sich nicht durch verallgemeinerbare Modelle beschreiben lässt.

6. Technikentwicklung: Konzeption und Implementation von Applikationen

> […] un marriage de la musique avec la machine
> la plus puissante au monde.
> *Iannis Xenakis*[1]

Dieses Kapitel beschreibt die technischen Entwicklungen, die im Rahmen der Studie entstanden sind. Bei diesen Entwicklungen handelt es sich um zwei Applikationen. Die erste Applikation dient der technikgestützten Tempovermittlung und ist damit ein Werkzeug, das bei der Ausführung von Musik verwendet wird. Die zweite Applikation wird im Kompositionsprozess eingesetzt und ist ein Hilfsmittel, um die zeitlichen Strukturen eines Stücks zu entwerfen.

Die Entwicklungszyklen beider Applikationen waren mit der Praxis eng verflochten: Künstlerische Anforderungen, Bedürfnisse der Komponist·innen und Idealvorstellungen von Arbeitsabläufen führten zur Ausarbeitung der Spezifika, die wiederum durch den Einsatz der Applikationen in der Praxis validiert, verbessert und weiterentwickelt werden konnten. Zudem ermöglichten die Applikationen, das künstlerische Potenzial der technikgestützten Tempovermittlung immer besser kennenzulernen und aus diesen Erkenntnissen heraus neue Anforderungen zu formulieren. Solche Zyklen, die zwischen künstlerischer Praxis und Technikentwicklung oszillieren, sind der Musik nicht fremd: So beschreibt z. B. Herbert Heyde den Entwicklungsprozess von (vornehmlich akustischen) Musikinstrumenten als Regelkreis, bei dem die Merkmale der Musikinstrumente verändert werden, um dadurch Anpassungen an musikalische, klangliche oder technische Anforderungen vorzunehmen. Entspricht ein Instrument diesen zeitlich und regional determinierten Anforderungen, wird es weiter in der gleichen Gestalt gebaut. Entspricht es ihnen nicht, wird es geändert oder scheidet allmählich aus der Musikpraxis aus.[2]

1 Iannis Xenakis: *Musiques formelles*, Paris: Richard-Masse 1963 (La Revue musicale: double numéro spécial 253 et 254), S. 166.

2 Herbert Heyde: *Grundlagen des natürlichen Systems der Musikinstrumente*, Leipzig: Deutscher Verlag für Musik 1975.

Die hier beschriebenen Applikationen hängen auch eng mit meiner eigenen künstlerischen Praxis zusammen, da ich gleichzeitig Entwickler und Anwender bin. Das bedeutet, dass die iterativen Prozesse, bei denen Anforderungen der Praxis in die Technikentwicklung einfließen und die neuen technischen Eigenschaften wiederum in der Praxis validiert werden, besonders schnell ablaufen, weil sie keine intersubjektive Kommunikation benötigen. Dass sich Künstler·innen ihre eigenen Werkzeuge erschaffen, indem sie Hard- oder Software entwickeln, ist keine Besonderheit in der Medienkunst und der elektronischen Musik. Da es sich bei der Technikentwicklung auch um einen kreativen Akt handelt, nicht weniger als beim Komponieren, ist es oft schwierig, eine strikte Trennung zwischen den ›technischen‹ und ›künstlerischen‹ Anteilen der Arbeit vorzunehmen.[3] Ich war jedoch nie die einzige involvierte Person. Es waren immer andere Personen beteiligt: Musiker·innen, die mithilfe dieser Applikationen spielen, Komponist·innen, die diese Applikationen für ihre eigene Musik verwenden, und schließlich – als die Applikationen eine gewisse Größe und Komplexität erreicht hatten – auch noch weitere Programmierer, die zur Entwicklung dieser Applikationen beitragen.

6.1 Die Applikation für die Aufführung von Musik

Das in dieser Studie entwickelte Hilfsmittel für die technikgestützte Tempovermittlung ist die Applikation *PolytempoNetwork*. Diese Applikation stellt auf dem Computerbildschirm den Notentext dar und zeigt das Tempo an (Abb. 6.1). Alle Musiker·innen habe je eine Instanz dieser Applikation vor sich und für das Ensemblespiel können mehrere Instanzen in einem lokalen Netzwerk verbunden und so untereinander synchronisiert werden (Abb. 6.2).

2010 wurde ein erster Prototyp dieser Applikation in der Programmierumgebung *Max*[4] entwickelt. Die Grundidee war, für die Aufführung von Instrumentalmusik mit elektroakustischem Zuspiel eine Alternative zum gängigen Click-Track zu finden. Bald wurde auch die Möglichkeit genutzt, mit verschiedenen Instanzen der Applikation gleichzeitig verschiedene Tempi anzuzeigen. In den Jahren 2010–13 wurde dieser Prototyp für vier künstlerische Projekte verwendet[5] und damit seine konzeptuelle Tauglichkeit nachgewiesen. Seit 2014 wird eine platt-

3 Für eine interessante Untersuchung der wechselseitigen Beziehung von künstlerischer Praxis und technischer Entwicklung anhand von historischen und zeitgenössischen Fallstudien vgl. Dieter Daniels/Barbara U. Schmidt (Hg.): *Artists as Inventors, Inventors as Artists*, Ostfildern: Hatje Canz 2008.

4 https://www.cycling74.com.

5 Eigene Werke: *Solo für Klarinette* (2010) und *Trails I* (2011), Marc Kilchenmann: *Egregoros* (2012), Kilian Deissler: *Fusions-Fuge* (2013).

Abbildung 6.1: Bildschirmfoto der Applikation PolytempoNetwork.

Abbildung 6.2: Probesituation mit PolytempoNetwork.



formübergreifende Stand-Alone-Software entwickelt.[6] Sie ist in C++ geschrieben und verwendet das Framework *JUCE*.[7] Die Applikation kann frei heruntergeladen werden und ihr Quellcode ist offengelegt.[8] Im Folgenden wird der Entwicklungsstand dieser Applikation im Jahr 2021 beschrieben.

6 Philippe Kocher: *Polytempo Network: A System for Technology-Assisted Conducting, in: Proceedings of the International Computer Music Conference*, Athens 2014, S. 532–535.

7 https://juce.com.

8 https://github.com/philippekocher/polytempo.

Bildschirmdarstellung und visuelle Tempovermittlung

Die Applikation erfüllt die Funktion eines ›elektronischen Notenpults‹ (Abb. 6.3). Dazu lädt sie Graphik-Dateien in den Arbeitsspeicher und stellt beliebige Ausschnitte davon auf dem Bildschirm dar. Beim Inhalt dieser Graphik-Dateien kann es sich neben traditioneller Notenschrift auch um alternative Formate handeln wie z. B. als Bilder oder Texte dargestellte Spiel- oder Improvisationsanweisungen. Der dargestellte Ausschnitt kann programmgesteuert ausgewechselt werden. Damit lässt sich eine Art automatisches ›Umblättern‹ erzielen.[9]

Das Tempo wird visuell vermittelt.[10] Die Taktschläge werden in zwei Balken am linken und oberen Bildschirmrand angezeigt. Während der Dauer eines Taktschlags wird eine Bewegung suggeriert, indem eine schwarze Fläche den Balken allmählich ausfüllt und sich dann wieder zurückzieht. Dadurch entsteht ein Bewegungsmuster, das sich in stark abstrahierter Form an Dirigierfiguren anlehnt: Eine Abwärtsbewegung zeigt die Eins im Takt an, eine Seitwärtsbewegung die anderen Zählzeiten (Abb. 6.4). Damit wird bis zu einem gewissen Grad auch die metrische Hierarchie der Taktschläge wiedergegeben. Diese Form der visuellen, animierten Tempovermittlung besitzt im Gegensatz zur akustischen Tempovermittlung mittels Click-Track in der Praxis einige vorteilhafte Eigenschaften:

- Die visuelle Tempovermittlung ist geräuschlos. Damit wird sie weder bei leisen Passagen unbeabsichtigt für das Publikum hörbar noch bei lauten Passagen übertönt und damit für die Ausführenden unverständlich.
- Der Hörsinn der Ausführenden wird nicht zusätzlich beansprucht und bleibt damit frei für das Wahrnehmen des eigenen Instruments und der Instrumente der Mitmusiker·innen zum Abgleich von Klang, Intonation und Lautstärke.
- Tempobezogene Zeichen wie Gesten der Dirigentin, des Stimmführers oder der Kammermusikpartnerin nehmen Musiker üblicherweise visuell wahr.
- Da die Animation zur Tempodarstellung Dirigierfiguren ähnelt und sie neben dem Notentext erscheint, kann an der vertrauten Praxis angeknüpft werden, ein Dirigat aus den Augenwinkeln zu beobachten und ihm zu folgen.
- Die kontinuierliche Bewegung der Animation, im Gegensatz zum punktuellen Signal eines Click-Tracks oder eines Blinklichts, vereinfacht es, den Zeitpunkt des nächsten Taktschlages zu antizipieren. Diese Vorwegnahme des Taktes ist

9 Dazu hat sich Folgendes bewährt: Der Bildschirm wird horizontal in zwei Hälften geteilt und der Inhalt jeder Hälfte wird jeweils dann ausgetauscht, wenn dort nicht gelesen wird.

10 Die hier beschriebene visuelle Tempovermittlung ist die bevorzugte Form, daneben besteht auch die Möglichkeit, einen Click-Track über den Audio-Ausgang wiederzugeben oder rhythmisierte MIDI- oder OSC-Nachrichten auszusenden.

besonders vorteilhaft in Situationen, in denen das Tempo sich verändert (accelerando oder ritardando).

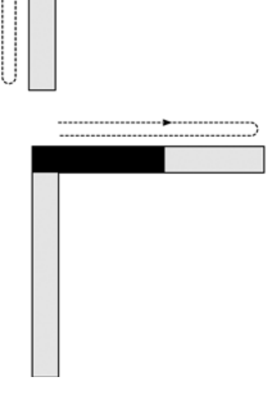
- Die Animation hat zudem den Vorteil, dass der Taktschlag eine geringfügige, aber wirkungsvolle ›Unschärfe‹ bekommt. Ein punktuelles Signal lässt die Ausführenden jede Abweichung vom richtigen Zeitpunkt unmittelbar als Fehler wahrnehmen, während eine kontinuierliche Bewegung weniger pedantisch wirkt und den Musiker·innen viel eher die Freiheit lässt, etwas vor oder hinter dem Schlag zu spielen. Damit wird eine musikalischere, weil entspanntere Darbietung gefördert.

In der Praxis zeigte sich, dass die meisten Musiker·innen der visuellen Tempovermittlung auf Anhieb mühelos folgen konnten und sich schnell daran gewöhnten. Das Spiel mit der visuellen Tempovermittlung wurde als angenehm bezeichnet und die vereinzelten negativen Rückmeldungen waren durch andere Faktoren bedingt, z. B. einen schlecht leserlichen Notentext auf einem zu kleinen Bildschirm oder eine grundsätzliche Ablehnung der Musizierpraxis mit computergestützter Tempoanzeige. Die meisten Musiker·innen begrüßten es, keinen Kopfhörer tragen zu müssen, wenn es auch einige wenige Personen gab, die dennoch einen herkömmlichen Click-Track bevorzugten, entweder weil sie besonders daran gewöhnt waren oder weil es ihnen unmöglich war, beim Spielen einen Bildschirm zu fixieren, wie das z. B. bei Schlagzeugern mit einem größeren Instrumentarium der Fall sein kann.

Abbildung 6.3: Ein Computerbildschirm auf einem Mikrofonstativ als ›elektronisches Notenpult‹.



Abbildung 6.4: Animierte Darstellung der Taktschläge: Zählzeit eins (oben), andere Zählzeiten (unten).



Per Knopfdruck kann das virtuelle Dirigat gestartet und gestoppt werden und es ist möglich, an jeder beliebigen Stelle im Stück einzusetzen. Durch die Eingabe eines Tempofaktors kann das Gesamttempo proportional verändert werden. Dies wird genutzt, um das Tempo einerseits beim Üben und Proben zu verlangsamen, andererseits in Aufführungssituationen, z. B. aufgrund der Raumakustik, anzupassen. Sind mehrere Instanzen dieser Applikation in einem lokalen Netzwerk verbunden, synchronisieren sie sich untereinander. Soll bei einer Ensembleprobe an einer bestimmten Stelle im Stück begonnen werden, wird der gewünschte Zeitpunkt an alle übermittelt, worauf jede Instanz den nächsten Taktanfang sucht – der bei einem Werk, bei dem die Instrumente in verschiedenen Taktarten oder Tempi spielen, durchaus für jede Instanz an einem anderen Ort liegen kann – und den Start des Dirigats so verzögert, dass die Ausführung der Musik synchron bleibt.
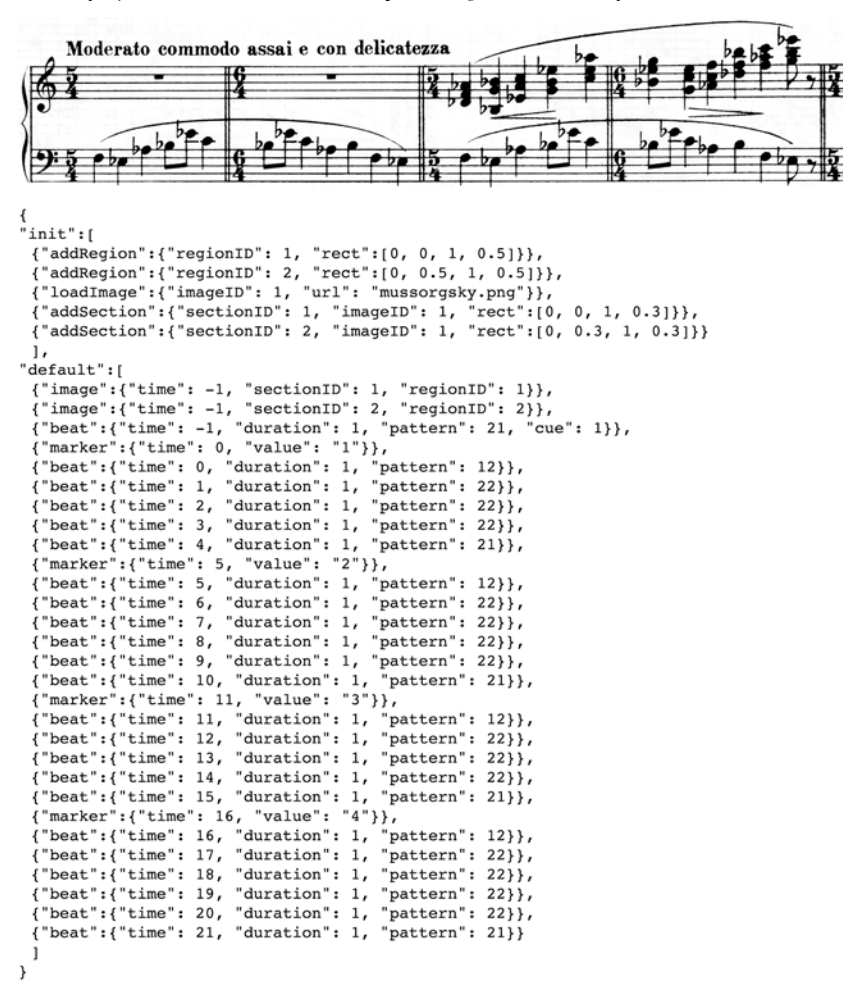
Das Event-System

Alle Aktionen, die die Applikation *PolytempoNetwork* ausführen kann, werden von Steuerbefehlen, sogenannten *Events,* kontrolliert. Das bedeutet, dass es für die Anzeige eines Taktschlags oder die Darstellung eines Ausschnitts aus einer Graphik-Datei usw. je einen entsprechenden Steuerbefehl gibt. Die Benutzer·innen haben verschiedene Möglichkeiten, diese Steuerbefehle zu verwenden. Eine erste Möglichkeit besteht darin, die Steuerbefehle mit einer Zeitangabe zu versehen und sie in einer Datei, einer Art ›elektronischen Partitur‹, abzuspeichern.[11] In dieser Weise kann der Ablauf eines Stücks festgehalten werden (Abb. 6.5).

Eine wichtige Eigenschaft dieses Systems von Steuerbefehlen ist, dass weitgehend auf Abstraktionen verzichtet wurde und sich jeder Steuerbefehl immer nur auf eine einzelne Aktion bezieht. Dies lässt sich gut an den Steuerbefehlen für die Taktschläge erläutern: Ein Takt muss immer aus einzelnen *beat*-Events zusammengesetzt werden, es gibt keinen Steuerbefehl für ganze Takte. Die Applikation ›weiß‹ nicht, was ein Takt ist, oder, technisch formuliert, es ist in der Applikation nicht festgelegt, wie das Konzept ›Takt‹ umgesetzt werden soll, d. h. wie eine ›Dirigierfigur‹ auszusehen hat und ob alle Taktschläge gleich lang, oder einer Agogik im Taktinnern unterworfen sind. Mit diesem Verzicht auf Abstraktionen wurde angestrebt, eine hohe Anschlussfähigkeit zu verschiedenen Arbeitsweisen zu gewährleisten. Im Beispiel der Taktschläge heißt das: Die Berechnung der absoluten Zeitpunkte der Taktschläge kann auf einem beliebigen, von den Benutzer·innen gewählten Verfahren zur Berechnung von Tempo, Tempoveränderung oder Agogik beruhen. Dazu kann die weiter unten beschriebene Applikation *Polytempo-*

11 Das dafür verwendete Format ist JSON (*JavaScript Object Notation*), das die Daten kompakt, strukturiert und in einer für Menschen lesbaren Textform darstellt.

Abbildung 6.5: Die ›elektronische Partitur‹, um die oben abgebildeten vier Takte aus Mussorgskys Bilder einer Ausstellung *im Tempo ♩ = 60 zu dirigieren.*




```
{
"init":[
 {"addRegion":{"regionID": 1, "rect":[0, 0, 1, 0.5]}},
 {"addRegion":{"regionID": 2, "rect":[0, 0.5, 1, 0.5]}},
 {"loadImage":{"imageID": 1, "url": "mussorgsky.png"}},
 {"addSection":{"sectionID": 1, "imageID": 1, "rect":[0, 0, 1, 0.3]}},
 {"addSection":{"sectionID": 2, "imageID": 1, "rect":[0, 0.3, 1, 0.3]}}
 ],
"default":[
 {"image":{"time": -1, "sectionID": 1, "regionID": 1}},
 {"image":{"time": -1, "sectionID": 2, "regionID": 2}},
 {"beat":{"time": -1, "duration": 1, "pattern": 21, "cue": 1}},
 {"marker":{"time": 0, "value": "1"}},
 {"beat":{"time": 0, "duration": 1, "pattern": 12}},
 {"beat":{"time": 1, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 2, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 3, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 4, "duration": 1, "pattern": 21}},
 {"marker":{"time": 5, "value": "2"}},
 {"beat":{"time": 5, "duration": 1, "pattern": 12}},
 {"beat":{"time": 6, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 7, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 8, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 9, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 10, "duration": 1, "pattern": 21}},
 {"marker":{"time": 11, "value": "3"}},
 {"beat":{"time": 11, "duration": 1, "pattern": 12}},
 {"beat":{"time": 12, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 13, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 14, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 15, "duration": 1, "pattern": 21}},
 {"marker":{"time": 16, "value": "4"}},
 {"beat":{"time": 16, "duration": 1, "pattern": 12}},
 {"beat":{"time": 17, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 18, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 19, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 20, "duration": 1, "pattern": 22}},
 {"beat":{"time": 21, "duration": 1, "pattern": 21}}
 ]
}
```

Composer verwendet werden, aber ebenso gut eine andere Arbeitsumgebung oder ein Skript in einer beliebigen Programmiersprache.

Eine zweite Möglichkeit für die Benutzer·innen, die Steuerbefehle zu verwenden, besteht darin, sie in Echtzeit über das lokale Netzwerk an die Applikation zu senden.[12] Damit wird es möglich, den zeitlichen Ablauf der Musik von einem externen Programm kontrollieren zu lassen, was sich z. B. für die Realisation von in Echtzeit generierter algorithmischer Musik anbietet. Kompositionen, bei denen

12 Als Datenformat wird hier *OSC (Open Sound Control)* verwendet.

der zeitliche Ablauf nicht im Voraus festgelegt ist, werden als Werke mit ›offener‹ oder ›variabler‹ Form bezeichnet.

Offene Form

Die Geschichte der offenen Formmodelle reicht zu den musikalischen Würfelspielen zurück, die im 18. Jahrhundert eine Zeit lang populär waren. Dasjenige von Mozart ist in diesem Zusammenhang das am häufigsten zitierte. Weitere historische Beispiele finden sich erst wieder im 20. Jahrhundert. Zusammen mit anderen Tendenzen, die traditionelle tonale Formensprache aufzulösen, wurde auch die Abgeschlossenheit des musikalischen Werks in Frage gestellt. Umberto Eco lieferte mit seinem Buch *Das offene Kunstwerk* dazu einen wichtigen theoretischen Beitrag[13] und spezifisch für die Musik wurde das Konzept der offenen Form von Konrad Boehmer eingehend behandelt.[14] Eines der frühen Beispiele aus dem 20. Jahrhundert ist das *Mosaic Quartet* (1935) des amerikanischen Komponisten Henry Cowell, ein Streichquartett, bei dem es den Spielern erlaubt ist, die Reihenfolge der fünf kurzen Sätze nach eigenem Ermessen zu gestalten und sogar einzelne Sätze zu wiederholen. In den 1950er Jahren entstanden Kompositionen, bei denen auf einem Notenblatt mehrere Notationsfragmente oder Lesepfade zur Auswahl stehen, die in einer »vom Augen-Blick abhängigen Weise«[15] bei der Aufführung ausgewählt werden, z. B. Morton Feldmans *Intermission 6* (1953), Karlheinz Stockhausens *Klavierstück XI* (1956) oder *Zyklus für einen Schlagzeuger* (1959). Wenn man davon ausgeht, dass die Komponisten tatsächlich den Zufall und nicht irgendwelche Verhaltensmuster der Ausführenden als generatives Prinzip anstrebten, wäre schon damals ein Bildschirm, auf dem der zu spielende Notentext aufscheint, möglicherweise das angemessene Darstellungsmedium gewesen. Bloß war damals die benötigte Technik weder weit genug entwickelt noch breit verfügbar.

Im Rahmen der vorliegenden Studie war es der Komponist André Meier, der sich ausgiebig damit auseinandergesetzt hat, wie mithilfe der Applikation *PolytempoNetwork* offene Formen realisiert werden können. Meier interessiert sich für die Frage, was mit einer Komposition passieren kann, wenn sie kein fixiertes Objekt ist, sondern ihre Form für jede Aufführung von einem Computer neu generiert wird. In einer Reihe von Kompositionen, die in den Jahren 2016–20 entstanden, näherte er sich dieser Frage zunehmend konsequenter an. Meier sieht seine kompositorische Arbeit darin, eine musikalische Umgebung oder Situation zu erzeugen, ein übergeordnetes, aber bloß imaginiertes Ganzes, von dem bei

13 Umberto Eco: *Das offene Kunstwerk*, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1973.

14 Konrad Boehmer: *Zur Theorie der offenen Form in der neuen Musik*, Darmstadt: Tonos 1967.

15 Karlheinz Stockhausen: *Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles. Aufsätze 1952–1962 zur musikalischen Praxis*, Köln: DuMont 1988, S. 69.

jeder Aufführung immer wieder eine andere Version ›beobachtet‹ werden kann. Dazu legt er eine formale Grammatik in der Form von Markow-Ketten fest, die die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den einzelnen Abschnitten angeben. Die Kompositionsalgorithmen implementiert Meier in der Programmiersprache LISP innerhalb der Programmierumgebung *OpusModus.*[16] Beim Ausführen dieser Algorithmen werden Steuerbefehle erzeugt und über eine Netzwerkverbindung an die Instanzen der Applikation *PolytempoNetwork* geschickt.

Zu einer ersten Annäherung an diese Formkonzeption kam es in der Komposition *the same [not] the same* für Flöte, Klarinette, Trompete, Klavier, Schlagzeug und Streichtrio. In dieser Komposition werden einzelne Passagen vom Computer zufällig angeordnet, aber der größte Teil ist in einer linearen Partitur – wenn auch mit einer gewissen Freiheit für die Ausführenden – notiert. In *modular form [#date]* für Ensemble war die Form des gesamten Stücks dem Kompositionsalgorithmus unterworfen. Die Musiker·innen erhielten 50 traditionell notierte Abschnitte im Voraus. Die Abschnitte sind meist 2–6 Takte lang, einige wenige Abschnitte sind mit bis zu 21 Takten deutlich länger. Aus diesem Material wird für die Aufführung eine zufällige Auswahl getroffen und den Musiker·innen auf dem Bildschirm dargestellt. Der Kompositionsalgorithmus erzeugt zufallsgeneriert auch die Tempi für die Abschnitte und die Art und Weise der Überlagerung zwischen den einzelnen Instrumenten des Ensembles. Bei *Machine Behaviour* für 6 Instrumente sind die Abschnitte kürzer und zahlreicher: Für jedes Instrument gibt es ca. 300 2/4-Takte, aus denen der Kompositionsalgorithmus die Musik zusammensetzt.

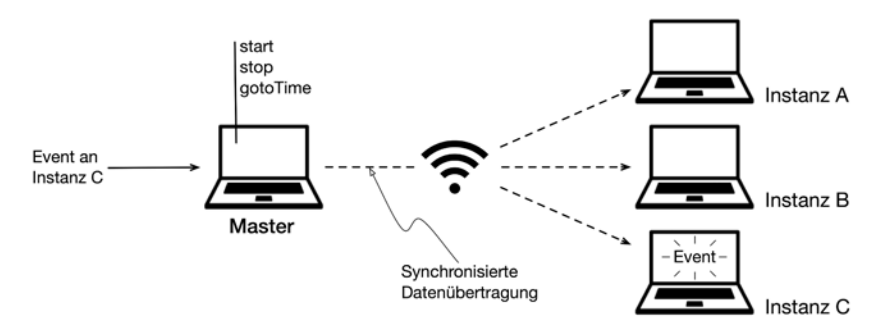
Netzwerk

Um Ensemblemusik aufzuführen, können sich mehrere Instanzen der Applikation *PolytempoNetwork* über ein lokales Netzwerk untereinander synchronisieren. Dazu wurden die im Folgenden beschriebenen Funktionen implementiert: Einer der im Netzwerk verbundenen Applikationen wird die Funktion der Hauptinstanz (Master) zugewiesen. Dies kann die Applikation desjenigen Ensemblemitglieds sein, das die Probe oder die Aufführung leitet, oder es wird dafür ein zusätzlicher Computer verwendet, der z. B. bei der Tonregie steht. Wird nun die Master-Instanz gestartet oder gestoppt, folgen alle anderen nach. Damit allenfalls auftretende Netzwerklatenzen sich nicht störend bemerkbar machen, was insbesondere bei drahtlosen Netzwerken der Fall sein kann, synchronisieren alle Instanzen ihre internen Uhren und sowohl die von der Master-Instanz lokal ausgeführten wie auch die über das Netzwerk versendeten Steuerdaten werden mit einem Zeitstempel leicht in die Zukunft verschoben. Wie weit die Steuerdaten vorausdatiert werden müssen, hängt von der Übertragungsgeschwindigkeit des Netzwerks ab

16 https://opusmodus.com.

und reicht von einigen wenigen Millisekunden bis zu etwa einer halben Sekunde. Die Konsequenz davon ist, dass die Instanzen zwar nicht mehr unmittelbar, sondern leicht verzögert, aber dafür immer genau gleichzeitig reagieren. Diese Korrektur der Netzwerklatenz kann auch dann genutzt werden, wenn die Events in Echtzeit von einer externen Applikation generiert werden. In diesem Falle wird nicht diejenige Instanz, die den Event ausführen soll, direkt adressiert, sondern der Event wird an den Master geschickt und von diesem mit dem entsprechenden Zeitstempel versehen und weitergeleitet (Abb. 6.6).

Abbildung 6.6: Mehrere Instanzen synchronisieren sich in einem lokalen Netzwerk und folgen dem Starten und Stoppen der Master-Instanz. Zudem können Events von der Master-Instanz synchronisiert weitergeleitet werden.



Diese Applikation zur technikgestützten Tempovermittlung ist nicht an ein hoch spezialisiertes Setting gebunden, sondern nutzt die Tatsache, dass Digitaltechnik heute breit verfügbar ist. Dies bedeutet, dass die Musiker·innen mit dieser Applikation auch zu Hause üben können, was sich in der Praxis als sehr nützlich erwiesen hat. Um dieser breiten Anwendbarkeit noch weiter entgegenzukommen und auch ein Anwendungsszenario zu ermöglichen, bei dem nicht notwendigerweise eine Applikation heruntergeladen werden muss, wurde zusätzlich eine auf die wichtigsten Funktionen beschränkte Web-Applikation erstellt, die auf jedem Endgerät mit einem Webbrowser ausgeführt werden kann.

6.2 Die Applikation für die Komposition von Musik

Das in dieser Studie entwickelte Hilfsmittel für die Kompositionspraxis ist die Applikation *PolytempoComposer.* Ihr wichtigster Anwendungszweck besteht darin, eine ›elektronische Partitur‹ für die Applikation *PolytempoNetwork* zu erstellen. Dazu werden die Taktarten und Tempi einer bereits bestehenden Komposition eingegeben und anschließend alle Taktschläge als entsprechend formatierte Datei ex-

portiert.[17] Die Applikation *PolytempoComposer* kann aber ebenso dafür verwendet werden, die zeitliche Struktur einer Komposition grundsätzlich zu entwerfen. Die Hilfestellungen, die die Applikation den Komponist·innen dazu anbietet, beziehen sich insbesondere auf tempopolyphone Musik und die dort oft benötigte Konstruktion von Koinzidenzen, d. h. Stellen, an denen musikalische Ereignisse (meist Taktschläge) aus verschiedenen Temposchichten zeitlich zusammentreffen.

Für Komponist·innen ist es gerade bei tempopolyphoner Musik eine schwierige mentale Aufgabe, sich die vollständige, alle Temposchichten kombinierende Aufführung vorzustellen. Falls man beabsichtigt, die zeitliche Entwicklung der Musik genau unter Kontrolle zu behalten, muss man ausrechnen können, an welchen Stellen die musikalischen Ereignisse der verschiedenen Temposchichten zusammentreffen. Bei konstanten Tempi in einfachen Proportionen sind die hierzu benötigten Berechnungen trivial, es handelt sich um einfaches Bruchrechnen und verlangt von den Komponist·innen nicht mehr als die Bereitschaft, ein bisschen Arithmetik in ihre kompositorischen Denk- und Arbeitsabläufe einzubeziehen. Bei komplizierteren Tempoverhältnissen oder bei dynamischen Tempopolyphonien, bei denen die Temposchichten sich voneinander entkoppelt beschleunigen oder verlangsamen, werden die Berechnungen anspruchsvoll. Um eine Tempopolyphonie zu konstruieren, müssen diese Berechnungen auch nach einer Unbekannten aufgelöst werden können, z. B. um die richtigen Tempi zu finden, damit zwei Stellen in zwei verschiedenen Temposchichten zusammentreffen. Den Komponist·innen, die sich mit tempopolyphoner Musik befassen, wird mit der Applikation *PolytempoComposer* dafür ein Werkzeug an die Hand gegeben.

Tempomathematik

Um die Prinzipien einer Musik mit parallelen Tempi zu verstehen und diese Prinzipien für kompositorische Anwendungen zu operationalisieren, müssen zunächst die zugrunde liegenden mathematischen Gesetzmäßigkeiten geklärt werden. Die Frage lautet: Wie kann das zeitliche Voranschreiten der Musik in Bezug auf ihre Notation in rhythmischen Werten formal beschrieben werden? Als Annäherung an diese Frage bietet es sich an, in Entsprechung zur Kinematik die Größen Zeit, Ort und Geschwindigkeit (Tempo) zu verwenden.

17 Daneben existiert noch die Möglichkeit, die Zeitpunkte aller Taktschläge als neutrale Zahlenreihe zu exportieren, um sie auch in Arbeitsabläufen, bei denen andere Programme für Computermusik benutzt werden, weiterzuverwenden.

- *Zeit* bedarf keiner weiteren Erläuterung,[18] sie wird in Sekunden gemessen. Eine Differenz von zwei Zeiten ist eine Dauer.
- *Ort* bezeichnet eine bestimmte Stelle in der symbolischen Repräsentation der Musik. Es ist eine abstrakte Einheit, mit der die zeitliche Abfolge der Ereignisse proportional festgelegt wird. Es liegt nahe, für diese Einheit Notenwerte zu verwenden, die im deutschen Sprachgebrauch ja als Bruchzahlen ausgedrückt werden. So kann z. B. der Ort der zweiten Viertelnote im dritten 4/4-Takt eindeutig und von jeglicher Metrik befreit als 2 1/4 oder 2.25 angegeben werden. Der Abstand zwischen zwei Orten im Notentext ist eine Strecke.[19]
- Für die Geschwindigkeit wird der in der Musik besser etablierte Begriff *Tempo* verwendet. Das Tempo entspricht der Strecke im Notentext pro Zeiteinheit.

Ein Mehrwert dieser Analogie zur Physik – noch bevor man zu rechnen beginnt – ist die Klarheit der Begrifflichkeit, die sie schafft. Gerade bei traditionell notierter Musik wird die Trennung zwischen zeit- und ortsbezogenen Bezeichnungen oft nur unscharf vorgenommen.[20] Es wäre jedoch wichtig zu beachten, dass ein Notenwert die *Länge* einer Note bezeichnet und nicht seine *Dauer.* Erst wenn ein Tempo dazukommt, z. B. ♩ = 60, bekommt eine Note mit der *Länge* von 1/4 eine *Dauer* von einer Sekunde. Diese Unterscheidung mag spitzfindig wirken, aber ein klarer Sprachgebrauch kann eine große Hilfe sein, multitemporale Strukturen zu verstehen und beschreiben.

Die zur Quantisierung des Tempos üblicherweise verwendete Metronomzahl gibt die Anzahl Taktschläge pro Minute – englisch *beats per minute* (bpm) – an. Da viele Musikpraktiken das Konzept eines regelmäßigen Pulses kennen, ist der pragmatische Nutzen dieser Metronomzahlen unbestritten. Metrische Strukturen mit nicht-isochronen Pulsen, wie sie bei z. B. asymmetrischen oder wechselnden Taktarten vorkommen, können jedoch wegen der implizierten Regelmäßigkeit des Pulses weniger gut abgebildet werden. Auf jeden Fall muss zur Präzisierung dieser Metronomzahl noch ein Notenwert angegeben werden: *Viertel* gleich 60. Wird dieser Notenwert nun auch rechnerisch miteinbezogen, erhält man das *absolute Tempo,* eine Maßeinheit, die nicht als Wiederholungsrate eines

---

18 Um alle Missverständnisse auszuräumen, sollte möglicherweise doch darauf hingewiesen werden, dass Zeit hier als naturwissenschaftliche Größe verstanden wird. Alle im Zusammenhang mit Musik bisweilen herangezogenen philosophischen Konzepte einer ›gefühlten‹ oder ›erlebten‹ Zeit sind für mathematische Zwecke nicht brauchbar.

19 Hier ist *nicht* der Abstand zwischen den graphischen Symbolen der Notation gemeint, der in einem Längenmaß ausgedrückt wird. Für die Erörterung der Fragen zur tempopolyphonen Notation vgl. Kapitel 8.

20 Unglücklich sind auch Wortschöpfungen wie »symbolic score time« z. B. bei Henkjan Honing: *From Time to Time: The Representation of Timing and Tempo*, in: *Computer Music Journal* 25 (2001), S. 50–61.

Pulses definiert ist, sondern – losgelöst von Konzepten wie Puls und Metrum – als Quotient einer Strecke im Notentext und der dafür benötigten Dauer:

$$\frac{\text{Strecke}}{\text{Dauer}} = \text{Tempo} \qquad \Big| \qquad \text{Beispiel } ♩ = 96\text{:} \quad \frac{96 \times \frac{1}{4}}{1\,\text{min}} = \frac{24}{60\,\text{s}} = 0.4\,\text{s}^{-1}$$

Diese Maßeinheit hat einen Nachteil: Musiker·innen können sich darunter kaum etwas vorstellen und werden in der Musikpraxis lieber bei der Metronomangabe ♩ = 96 bleiben. Für jegliche Berechnungen hingegen, bei denen die verstrichene Zeit oder die zurückgelegte Partiturstrecke zwischen musikalischen Schichten mit verschiedenen Bezugsgrößen für den Taktschlag verglichen werden soll, ist dieses absolute Tempo unentbehrlich.

Koinzidenzen in parallelen Tempi

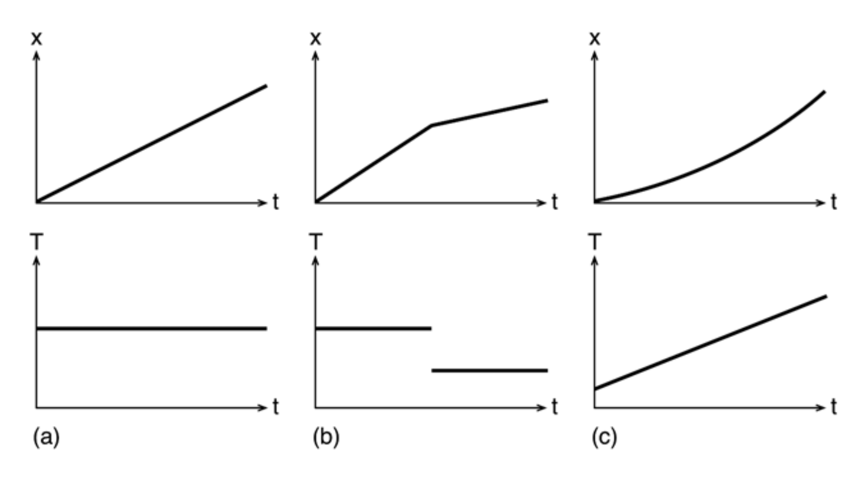
Eine Aufgabe, vor die sich Komponist·innen beim Konstruieren von Tempostrukturen oft gestellt finden, besteht im Ausrechnen von Koinzidenzen, d. h. von Orten in den einzelnen Temposchichten, die zum gleichen Zeitpunkt erreicht werden. Solchen Koinzidenzen können einen musikalischen Zweck haben, indem diesen Stellen gemeinsame Aktionen oder formale Einschnitte zugeordnet werden. Um Koinzidenzen zu *finden,* muss für jeden Ort im Notentext die genaue Zeit berechnet werden können, um Koinzidenzen zu *konstruieren,* müssen wahlweise Zeit, Ort oder Tempo als Unbekannte behandelt werden. Für konstante Tempi ist das trivial. Die oben genannte Formel gibt die Beziehung der drei Größen Zeit, Strecke und Tempo an, sind zwei davon gegeben, kann die dritte berechnet werden. Ungleich anspruchsvoller sind die Berechnungen, wenn auch Tempoverläufe vorkommen, d. h. unabhängig voneinander verlaufende Beschleunigungen oder Verlangsamungen.

Um dies zu erläutern, sei beispielhaft eine Denkaufgabe gestellt: Man stelle sich zwei verschieden eingestellte Metronome vor. Sie ticken unterschiedlich schnell, jedes in seinem eigenen Tempo. Stehen die beiden Tempi zueinander in einem rationalen Verhältnis, fällt immer nach einer bestimmten Periodendauer das Ticken der beiden Metronome zusammen. Nun soll das Tempo eines Metronoms allmählich verändert werden und zwar in einer Weise, dass es zu einem gegebenen Zeitpunkt nicht nur im selben Tempo wie das andere tickt, sondern auch phasengleich. Wie muss diese Tempoänderung vorgenommen werden, damit sich die gewünschte Koinzidenz ergibt? Wie schnell muss man am Metronom drehen, wie viel vor dem gewünschten Zeitpunkt muss man damit beginnen und soll man regelmäßig drehen oder z. B. langsamer beginnen und dann schneller werden? Mit anderen Worten: Es soll ein Tempoverlauf berechnet werden, der die vorgegebenen Bedingungen erfüllt. Ein Tempoverlauf besteht aus einem Start- und Endpunkt im Notentext, einem Start- und Endtempo und einer bestimmten Zeit-

dauer, während der dieser Tempoverlauf ausgeführt werden soll. Alle diese Parameter sind voneinander abhängig. Um diese Abhängigkeit zu verstehen, bietet es sich an, eine graphische Repräsentation zu Hilfe zu nehmen.

Es gibt zwei Möglichkeiten zu visualisieren, wie Musik zeitlich voranschreitet. Die erste Möglichkeit ist eine *tempo map*, ein Tempo-Zeit-Diagramm, das das Tempo als Funktion der Zeit darstellt, die zweite eine *time map*, ein Ort-Zeit-Diagramm, das den Ort im Notentext als Funktion der Zeit darstellt (Abb. 6.7). Beide Darstellungen lassen je eine Größe nur implizit erscheinen: In der *tempo map* ist dies die im Notentext zurückgelegte Strecke, die sich als das Integral unter der Kurve berechnen lässt, in der *time map* ist es das momentane Tempo, das durch die Steigung der Kurve ausgedrückt wird. Die *tempo map* ist die häufiger verwendete Visualisierung. Für viele Zwecke scheint sie naheliegender oder intuitiver zu sein, weil sie das Tempo und dessen Veränderung – das ›Drehen am Metronom‹ – als Wert der y-Achse direkt veranschaulicht. Die *time map* ist mehr aus der Interpretationsforschung bekannt, weil mit ihr die durch Rubato, Agogik usw. erzeugten Abweichungen von einem idealen Tempo gut als Verzerrung einer geraden Linie dargestellt werden können.

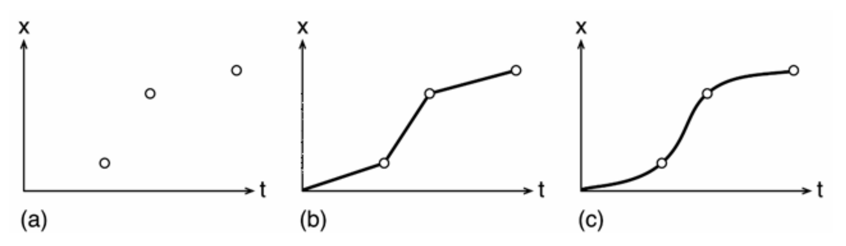
Abbildung 6.7: Eine Gegenüberstellung von drei time maps *(oben) und den entsprechenden* tempo maps *(unten) für ein konstantes Tempo (a), einen abrupten Tempowechsel (b) und ein Accelerando (c).*



Für den hier angestrebten Zweck der Festlegung von Koinzidenzen zwischen einzelnen Temposchichten ist die *time map* die zweckmäßigere Darstellung. Auf diesem Diagramm ist nämlich unmittelbar ersichtlich, wie sich der Ort im Notentext zur Zeit verhält. Soll nun ein bestimmter Ort im Notentext zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht werden, um dort mit einem Ereignis in einer anderen Temposchicht oder in einem Medienzuspiel eine Koinzidenz zu bilden, wird die entsprechende Stelle auf der *time map* markiert. Diese Markierungen werden

Kontrollpunkte genannt. Anschließend werden diese Kontrollpunkte mit Linien verbunden. Eine gerade Linie bezeichnet ein konstantes Tempo, eine gekrümmte Linie ein Tempo, das sich zwischen den Kontrollpunkten verändert (Abb. 6.8). Um eine im richtigen Maße gekrümmte Linie zu erhalten, wird eine parametrische Kurve benötigt, um die Kontrollpunkte zu verbinden. Die kubische Bézierkurve hat sich dafür als brauchbar erwiesen.[21]

Abbildung 6.8: Gegebene Punkte auf der time map *(a) werden mit einer Linie verbunden, was zu abrupten Tempowechseln führt (b) oder zu einem kontinuierlichen, variablen Tempo (c).*



In Abb. 6.9 ist zu sehen, dass eine kubische Bézierkurve durch vier Punkte P_0, P_1, P_2 und P_3 bestimmt wird. Die Kurve beginnt bei P_0 und endet bei P_3, die zusätzlichen Punkte P_1 und P_2 dienen dazu, die Form der Kurve zu bestimmen, indem durch sie die Steigung am Anfang und am Ende festgelegt wird. Da auf einer *tempo map* die Steigung der Kurve dem Tempo entspricht, ist so die Möglichkeit gegeben, das momentane Tempo an den Kontrollpunkten zu bestimmen und damit das Anfangs- und Endtempo dieses Segments festzulegen. Die Form der Kurve und damit der Tempoverlauf zwischen den Kontrollpunkten ergibt sich automatisch durch die Bézierkurve, wobei es die folgenden Möglichkeiten gibt, die Form der Kurve zu beeinflussen: Der Abstand zwischen P_0 und P_1 bzw. zwischen P_2 und P_3 bestimmt, wie sehr das Tempo an den Kontrollpunkten gewichtet wird, d. h. wie schnell oder allmählich das Tempo verlassen bzw. erreicht wird. Dadurch kann, im Rahmen des Möglichen, sogar die gestische Qualität der Tempoveränderung angepasst werden, z. B. kann bei einem Accelerando bewirkt werden, dass es ›erst später schneller wird‹. Um Koinzidenzen zu bilden, kann man in ver-

21 Bézierkurven sind parametrisch modellierte Kurven, die in den frühen 1960er Jahren in der französischen Autoindustrie zur computerunterstützten Konstruktion aerodynamischer Formen unabhängig voneinander von Pierre Bézier bei Renault und Paul de Casteljau bei Citroën entwickelt wurden. Die heutigen Anwendungen sind vielfältig: Computergraphik, computerunterstütztes Design, Beschreibung von Schrifttypen usw. Eine kubische Bézierkurve ist für die vorgegebenen Punkte P_0, P_1, P_2 und P_3 im Einheitsintervall (n geht von 0 bis 1) folgendermaßen definiert:

$$P(n) = (1-n)^3 P_0 + 3(1-n)^2 n P_1 + 3(1-n) n^2 P_2 + n^3 P_3$$

schiedenen Temposchichten Kontrollpunkte setzen, die denselben Wert auf der Zeitachse haben. Werden die verschiedenen Temposchichten auf derselben *time map* abgebildet, erkennt man Koinzidenzen daran, dass die entsprechenden Kontrollpunkte vertikal übereinander ausgerichtet sind (Abb. 6.10).

Abbildung 6.9: Eine kubische Bézierkurve wird durch vier Punkte bestimmt.

Abbildung 6.10: Koinzidenzen zwischen einem Accelerando (Kurve mit zunehmender Steigung) und einem Ritardando (Kurve mit abnehmender Steigung).

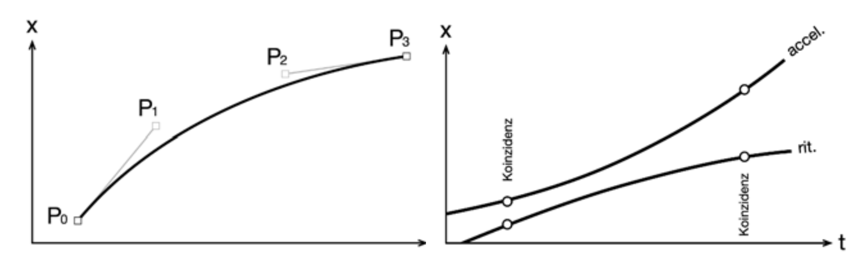
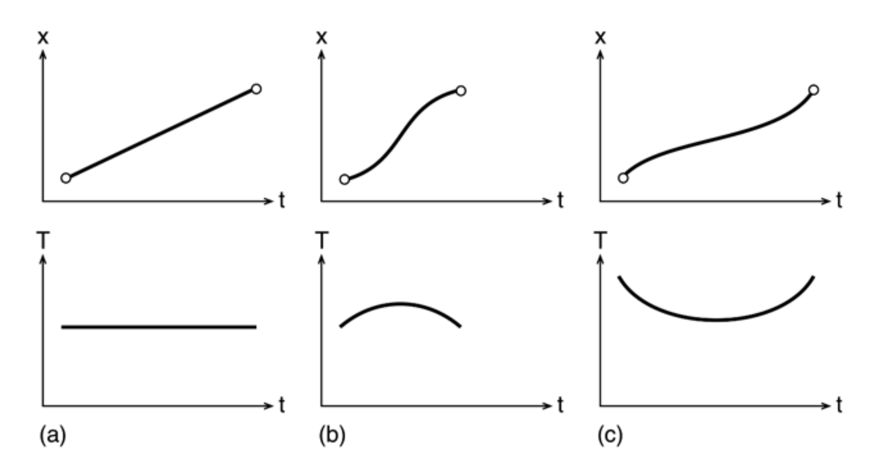


Abbildung 6.11: Anpassung von ›unmöglichen‹ Parameterkonstellationen durch die Bézierkurve auf der time map *(oben) und die dazugehörige Tempofunktion (unten): konstantes Tempo zwischen zwei Kontrollpunkten (a), dasselbe Tempo, aber zu wenig Zeit (b), gleich viel Zeit aber zu schnelles Tempo (c).*



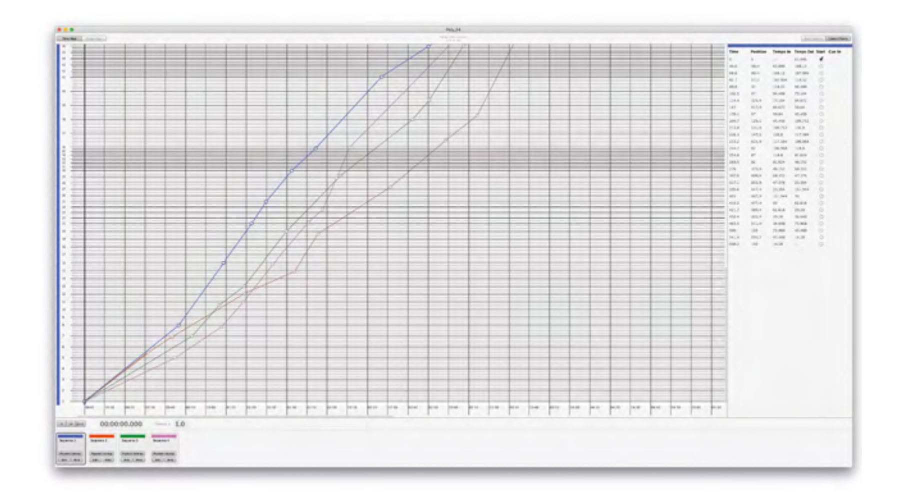
Bei aufeinanderfolgenden Kontrollpunkten auf einer *time map* müssen sich sowohl Zeit als auch Ort erhöhen, denn weder kann die Zeit umgedreht werden noch ist es vorgesehen, im Notentext rückwärts zu lesen. Die resultierende Kurve ist demnach monoton steigend. Durch die Visualisierung lässt sich auch die gegenseitige

Abhängigkeit von Zeit, Ort und Tempo veranschaulichen und begreifbar machen, was für den Kompositionsprozess und die Disposition von polyphonen Tempoverläufen von großem Wert sein kann. Mithilfe der Formel für die kubische Bézierkurve lässt sich beinahe immer eine Lösung finden, zwei Kontrollpunkte zu verbinden, selbst für gewisse ›unmögliche‹ Kombinationen, bei denen z. B. das gewählte Tempo so langsam ist, dass die Zeit zwischen zwei Kontrollpunkten nicht ausreicht, um die Strecke im Notentext zurückzulegen. In solchen Fällen wird die Bézierkurve automatisch s-förmig, was dafür sorgt, dass das Tempo im Abschnitt zwischen den beiden Kontrollpunkten wie gewünscht beginnt, sich beschleunigt und zuletzt wieder verlangsamt, sodass der zweite Kontrollpunkt rechtzeitig und im gewünschten Tempo erreicht werden kann (Abb. 6.11).

Implementation

Die hier dargelegte Tempomathematik wurde in der Applikation *PolytempoComposer* implementiert. Dank ihrer graphischen Benutzerschnittstelle macht diese Applikation komplexe Tempostrukturen sichtbar und manipulierbar und ist damit ein Hilfsmittel zum Entwerfen von tempopolyphonen Kompositionen (Abb. 6.12). Kontrollpunkte werden graphisch auf einer *time map* oder numerisch in einer Tabelle dargestellt und können dort auch bearbeitet werden. Für jeden Kontrollpunkt kann die Zeit, der Ort, das momentane Tempo bei Erreichen des Kontroll-

Abbildung 6.12: Bildschirmfoto der Applikation PolytempoComposer. *Die Kontrollpunkte werden auf einer* time-map *und rechts davon in einer Liste abgebildet. Die verschiedenen Tempoströme (hier* Sequence *genannt) sind farblich unterschieden und können unten zur Bearbeitung angewählt werden.*



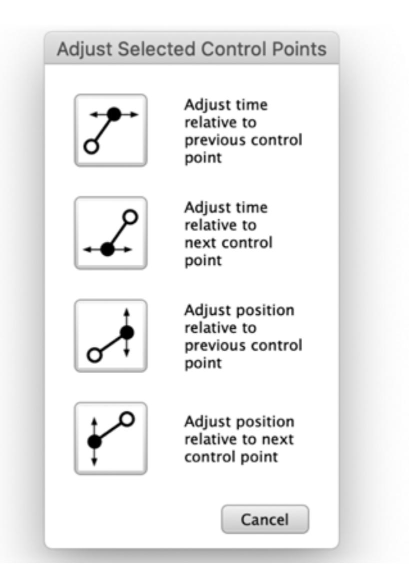
punkts *(Tempo In)* und das momentane Tempo beim Verlassen des Kontrollpunkts *(Tempo Out)* angegeben werden. Dank der Aufteilung des Tempos in zwei Komponenten ist es möglich, an einem Kontrollpunkt auch eine unvermittelte Tempoänderung stattfinden zu lassen. In diesem Fall müsste man *Tempo In* und *Tempo Out* entsprechend auf zwei verschiedene Werte setzen.

Da mit dieser Applikation in der Regel rhythmisierte Signale erzeugt werden, die Taktschlägen entsprechen, liegt es auf der Hand, die rhythmische Struktur als eine Abfolge von Taktarten anzugeben. Dazu werden die Taktarten in eine Tabelle eingetragen, wobei auch alle erdenklichen Formen von zusammengesetzten Taktarten und Taktarten mit *valeurs ajoutées* möglich sind (Abb. 6.13). Die rhythmischen Orte der Taktschläge werden als horizontale Linien auf der *time map* abgebildet und dort, wo diese Linien die Kurve schneiden, lassen sich nun die genauen Zeitpunkte dieser Taktschläge ablesen. Schließlich können die Zeitpunkte exportiert werden, entweder in dem Format, das von der Applikation *PolytempoNetwork* wiedergegeben werden kann, oder als neutrale Zahlenreihe, um sie in einem anderen Programm für Computermusik weiterzuverwenden. Falls eine Rhythmik gewünscht wird, die sich nicht in Taktarten ausdrücken lässt, ist es stattdessen auch möglich, einzelne Events manuell und mit einer absoluten Ortsangabe einzugeben.

Abbildung 6.13: Liste von Taktarten, die die metrische Struktur einer Komposition darstellen. Es sind auch zusammengesetzte Taktarten möglich.

Pattern	Repeats
5/4	5
3+2+2/8	4
4/4	5
1/4+1/4+1/16	6
3/4	5
3+3/8	**1**
6/4	5
2/4	4
7/4	4

Abbildung 6.14: Die Applikation bietet einige Hilfsfunktionen zur Manipulation von Kontrollpunkten auf einer time map.

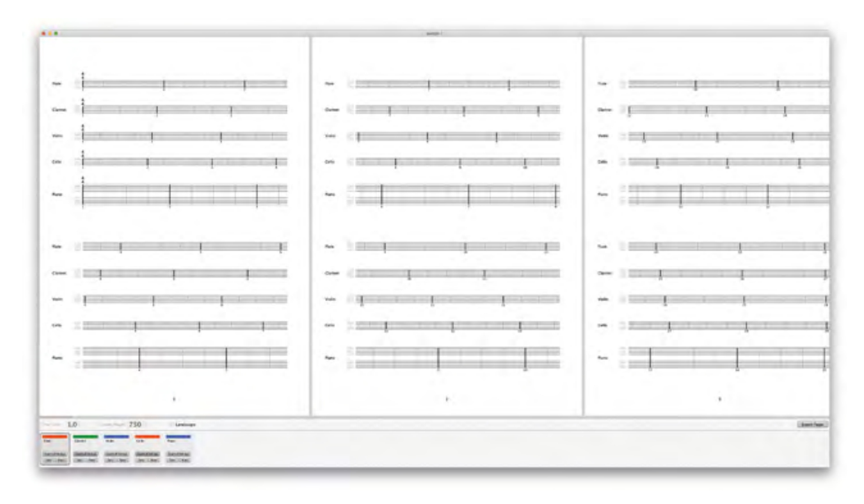


Für einige grundlegende Manipulationen von Kontrollpunkten, die beim Konstruieren von Tempostrukturen immer wieder benötigt werden, existieren Hilfsfunktionen. Es können zwei oder mehrere aufeinanderfolgende Kontrollpunkte angewählt und deren Tempo so verändert werden, dass sich immer ein konstantes Tempo zwischen zwei benachbarten Kontrollpunkten ergibt. Es können Kontrollpunkte auch zeitlich oder örtlich so verschoben werden, dass das Tempo zum jeweils vorhergehenden oder nachfolgenden Kontrollpunkt konstant bleibt, bzw. sich linear zwischen den beiden gegebenen Tempi verändert (Abb. 6.14). Alle weiterführenden oder komplexeren Manipulationen von Kontrollpunkten wären so spezifisch auf einzelne Werke oder die Arbeitsweisen einzelner Personen bezogen, dass es nicht als zielführend erachtet wurde, sie zu implementieren. Hier müssen die Komponist·innen individuelle Lösungen finden.

Die Applikation *PolytempoComposer* wird seit 2016 als plattformübergreifende Stand-Alone-Software entwickelt.[22] Sie ist ebenfalls in C++ mithilfe des Framework *JUCE* programmiert und quelloffen. Zuerst wurde sie nur dazu verwendet, das Aufführungsmaterial für die technikgestützte Tempovermittlung herzustellen. Dazu wurden die Zeitstrukturen, die die Komponist·innen mit anderen Mitteln konstruiert hatten, in die entsprechenden Tabellen der Applikation kopiert. Seit 2018 wird die Applikation auch immer mehr als Hilfsmittel für den Kompositionsprozess in Anspruch genommen. Weil sich gezeigt hat, dass etliche Komponist·innen zur Ausarbeitung der Details trotzdem gerne auf herkömmlichem Notenpapier arbeiten (mehr zur Operativität der Schrift in Kapitel 8), wurde eine Funktion hinzugefügt, mit der ein leeres Notenpapier erstellt werden kann, auf dem für alle Instrumente die Taktstriche und Zählzeiten zeitmaßstäblich abgebildet sind (Abb. 6.15).

22 Philippe Kocher: *Polytempo Composer: A Tool for the Computation of Synchronisable Tempo Progressions*, in: *Proceedings of the Sound and Music Computing Conference*, Hamburg 2016, S. 238–242.

Abbildung 6.15: Bildschirmfoto: Für eine konstruierte Tempostruktur kann leeres Notenpapier erstellt werden.



7. Aufführungspraxis: Musik mit technikgestützter Tempovermittlung

Das Wirkliche schafft das Mögliche, und nicht das Mögliche das Wirkliche.
Henri Bergson[1]

Es gibt Formen von Musik, die ohne technikgestützte Tempovermittlung nicht, oder zumindest nicht adäquat, realisiert werden können. Es handelt sich um Musik, bei der die menschlichen Musiker·innen das Tempo nicht selbst mit der nötigen Präzision etablieren oder mit der nötigen Konstanz halten können. Der Grund, weshalb dies nicht möglich ist, kann in den Eigenschaften der Komposition liegen, z. B. in einer komplexen Rhythmus- oder Tempostruktur, oder in den Gegebenheiten der Aufführungssituation. Die zentrale Frage ist, ob sich bei einer solchen Musik auch spezifische, wahrnehmbare Ausdrucksqualitäten einstellen, die in direkter Weise mit der technikgestützten Tempovermittlung in Verbindung gebracht werden können.

Meistens entschließen sich die Komponist·innen nicht erst dann dafür, technikgestützte Tempovermittlung zu verwenden, wenn sie ein Stück fertig geschrieben haben, sondern die Absicht wird schon zu Beginn oder im Laufe der kreativen Arbeit klar und beeinflusst alle weiteren kompositorischen Entscheidungen. Das Wissen, dass technikgestützte Tempovermittlung zur Verfügung steht, kann sogar einen Rahmen bieten, explorativ vorzugehen und neue Möglichkeiten zu entdecken. Wohin es führen kann, wenn sich Komponist·innen dafür entscheiden, diese Technik dezidiert in Anspruch zu nehmen, zeigen einige im Rahmen der Studie entstandenen Werke.

Dass sich Musik mit anspruchsvollen Rhythmus- und Tempostrukturen nur mit technischer Hilfe realisieren lässt, äußerte Henry Cowell schon im frühen 20. Jahrhundert. In seiner musiktheoretischen Schrift *New Musical Resources* ist der zweite, mit *Rhythm* überschriebene Teil der ausführlichste. Dort entwirft Cowell verschiedene Möglichkeiten, wie Zahlenverhältnisse in polyrhythmische oder polymetrische Überlagerungen umgesetzt werden können. Anhand der Pro-

1 Henri Bergson: *Das Mögliche und das Wirkliche, in: Denken und schöpferisches Werden. Aufsätze und Vorträge*, Frankfurt am Main: Syndikat 1985, S. 110–125, hier S. 124.

portionen, die er in der Partialtonreihe findet, stellt er chromatische Skalen von Notenwerten und Tempi auf. Die rhythmischen Strukturen, die aus solchen Zahlenspielereien hervorgehen, sind komplex und stellen hohe Anforderungen an die Ausführenden. Deshalb räumt Cowell ein, dass es angebracht wäre, hier eher ein *player-piano* zu verwenden.[2]

> Some of the rhythms developed through the present acoustical investigation could not be played by any living performer; but these highly engrossing rhythmical complexes could easily be cut on a player-piano roll.[3]

> The almost insurmountable complexity of this procedure is now sufficiently evident. It would be interesting, though, to hear such rhythms cut on a player-piano roll.[4]

Bei dem, was Cowell vorschlägt, handelt es sich allerdings um eine technische Reproduktion von Musik, nicht um technikgestützte Tempovermittlung. Seine Argumentation gleicht aber derjenigen, die auch hier vertreten wird: Wenn eine Musik so unüberwindbar komplex ist, dass sie nicht von einem Menschen gespielt werden kann, wird eine technische Lösung gesucht.

Bei einer Musik, die technikgestützte Tempovermittlung verwendet, verbinden sich somit zwei Aspekte. Einerseits kommen Qualitäten des Instrumentalspiels zum Tragen, wie die menschliche Ausführung der Rhythmen, die Bühnenpräsenz der Interpret·innen, die Physis der Klangerzeugung oder der Bezug auf die kollektive ästhetische Erfahrung, die akustische Instrumente aufgrund ihres Alters in sich tragen.[5] Andererseits werden die menschlichen Grenzen der rhythmischen Präzision mithilfe der Technik überstiegen.[6] Diese Kombination von ›maschineller‹ Präzision und ›menschlicher‹ Aufführungspraxis ist der Ausgangspunkt der Erörterungen in diesem Kapitel. Dazu wird zunächst vertieft, wie Temposynchronisation im musikalischen Zusammenspiel funktioniert und unter welchen Umständen technische Hilfsmittel nötig sein können. Daran anschließend folgt ein Unterkapitel, das sich der Tempopolyphonie widmet. Da die Tempopolyphonie die gewohnten Mechanismen musikalischen Zusammenspiels

---

2 Diese Textstellen hatten eine folgenreiche Auswirkung: Conlon Nancarrow inspirierten sie dazu, das *player-piano* für seine Kompositionen zu verwenden; vgl. William Duckworth: *Talking Music. Conversations with John Cage, Philip Glass, Laurie Anderson, and five generations of American experimental composers*, New York: Schirmer Books 1995, S. 40.

3 Cowell: *New Musical Resources*, S. 64 f.

4 Ebd., S. 104.

5 Harry Lehmann: *Die digitale Revolution der Musik. Eine Musikphilosophie*, Mainz: Schott 2012, S. 63.

6 Gregor Herzfeld stellt das Übersteigen menschlicher Grenzen bei Nancarrows Musik für *player-piano* in Beziehung zu Kants ästhetischer Kategorie des Erhabenen; Gregor Herzfeld: *Nancarrows erhabene Zeitspiele, in: Archiv für Musikwissenschaft* 64 (2007), S. 285–305.

gewissermaßen außer Kraft setzt, ist sie ein zentrales Anwendungsgebiet der technikgestützten Tempovermittlung und wird entsprechend ausführlich behandelt. Zuletzt werden noch zwei weitere Aspekte diskutiert, die weniger direkt mit der Rhythmus- oder Tempostruktur der Musik, aber dennoch mit technikgestützter Tempovermittlung in Verbindung stehen: Raum und Bühnenpräsenz.

7.1 Zusammenspiel und Synchronisation des Tempos

Die zeitliche Präzision beim Musizieren wird immer dann kritisch, wenn noch andere menschliche oder technische Akteure beteiligt sind und es nötig ist, das Tempo des musikalischen Vortrags untereinander abzugleichen. In einer traditionellen Musikauffassung ist diese Art des Zusammenspiels so selbstverständlich, dass es fast unnötig scheint, explizit darauf hinzuweisen. Es gibt jedoch kompositorische Strukturen oder Aufführungssituationen, die dazu führen, dass die Synchronisation des Tempos schwierig oder gar unmöglich wird. Es lassen sich drei Kategorien unterscheiden:

1. Die Musiker·innen haben keinen ausreichenden Hör- oder Sichtkontakt untereinander, weil sie räumlich getrennt sind. Somit ist es ihnen nicht ohne Weiteres möglich, ein Gefühl für das gemeinsame Tempo zu etablieren, weder in kammermusikalischer Interaktion, noch mithilfe eines Dirigenten/einer Dirigentin.
2. Ein technischer Akteur (z. B. ein Medienzuspiel) ist beteiligt. Damit ist das Tempo fixiert und es findet bei der Temposynchronisation keine Interaktion statt. Mitmusiker·innen und selbst Dirigent·innen, die das Tempo vorgeben, sind anpassungsfähig und können musikalisch aufeinander reagieren, der technische Akteur nicht.[7] Falls nicht aus der Wiedergabe des technischen Akteurs akustisch oder visuell ein Tempo feststellbar ist (z. B. durch ein deutlich rhythmisiertes Zuspiel), ist es für den Menschen kaum möglich, sich zu synchronisieren.
3. Die Rhythmus- oder Tempostruktur der Musik ist so anspruchsvoll, dass sie unmöglich von einem menschlichen Akteur mit der nötigen Genauigkeit ausgeführt werden kann. Dies trifft insbesondere auf tempopolyphone Musik zu.

Es ist durchaus möglich, dass ein Musikstück in mehrere Kategorien fällt. Man kann sich Werke vorstellen, die eine räumliche Aufstellung der Musiker·innen *und* ein Medienzuspiel vorsehen oder in kompletter Dunkelheit aufgeführt werden *und* tempopolyphon sind usw. In der historischen Einordnung reicht Kategorie 1 am weitesten zurück. Unter diese Kategorie fallen Werke mit räumlichen Aufstel-

---

7 Es gibt das technische Verfahren des *score following*, aber dabei wird nicht das Tempo synchronisiert, sondern die Technik folgt der Musik, indem sie ›in der Partitur mitliest‹.

lungen oder mit Fernorchestern. Solche Werke können oft mit tolerierbaren Einbußen der Genauigkeit auch ›nach Gehör‹ aufgeführt werden, oder der fehlende Sichtkontakt wird mit einem oder mehreren Hilfsdirigent·innen überbrückt. Auf Opernbühnen kommt dafür heute standardmäßig eine Videoübertragung zum Einsatz, die das Dirigat auf Bildschirmen an jedem beliebigen Ort wiedergibt. Kategorie 2 ist jünger, die Musik, die ihr zugeordnet werden kann, existiert erst, seit es überhaupt Aufzeichungsmedien gibt und sich das Bedürfnis entwickelt hat, in Echtzeit menschliche Akteure zu diesen Medien zu synchronisieren. Kategorie 3 schließlich ist eng verknüpft mit der Musik des 20. Jahrhunderts und ihren vielfältigen Auflösungstendenzen, die sich auch auf die Rhythmik und das (gemeinsame) Tempo ausgewirkt haben. In gewissen Fällen führten diese Auflösungstendenzen auch zu der völligen aleatorischen Abkoppelung der einzelnen Stimmen[8] oder zur Aufhebung des Konzepts einer mensurierten Rhythmik durch Space Notation oder graphische Partituren. Bei solcher Musik hat jedoch eine Synchronisation des Tempos keine Bedeutung, weshalb sie hier nicht weiter diskutiert wird.

Der gemeinsame Puls beim Musizieren

Das Musizieren in einem gemeinsamen Tempo ist eine Selbstverständlichkeit in unserer Kultur. Die Fähigkeit, innerlich einen regelmäßigen Puls zu etablieren und sein eigenes Musizieren danach zu richten, ist eine der Grundlagen unserer Musikpraxis und gehört zu den ersten Fähigkeiten, die in der musikalischen Grundausbildung erlernt werden müssen. Sie ermöglicht es, einen (notierten) Rhythmus ausführen zu können, egal wie kompliziert oder asymmetrisch dieser Rhythmus auch sein mag. Beim Musizieren mit anderen Personen oder einem technischen Taktgeber muss der interne Puls an einen externen angeglichen werden. Der interne Puls wird also, auch wenn man ein vorgegebenes Tempo übernimmt, nicht aufgegeben. Dies relativiert den bisweilen gehörten Vorwurf, dass beim Spielen zu einer technischen Tempovorgabe das eigene Tempo nicht mehr ›körperlich gefühlt‹ werden könne. Beim Angleichen des Tempos sind zwei adaptive Prozesse wirksam, ein reaktiver und ein prädiktiver. Durch diese Prozesse wird der innere Puls und das Timing der eigenen Bewegungen an die subtilen Abweichungen zwischen den anderen Musiker·innen sowie zwischen den anderen Musiker·innen und sich selbst angepasst, um die Kontinuität der Musik aufrechtzuerhalten.[9]

Die Biomusikologie bezeichnet die Koordination von rhythmischen Bewegungen mit einem externen Rhythmus als sensomotorische Synchronisation oder

8 Siehe dazu auch den Abschnitt Freie Tempopolyphonie auf S. 200.

9 Daniel J. Levitin/Jessica A. Grahn/Justin London: *The Psychology of Music: Rhythm and Movement, in: Annual Review of Psychology* 69 (2018), S. 51–75, hier S. 60.

Entrainment. Dieses Phänomen wurde in Versuchsanordnungen erforscht, bei denen gemessen wurde, wie genau Proband·innen zu einem akustisch oder visuell vorgegebenen rhythmisch regelmäßigen Stimulus mitklopfen können und ob sie diesen Rhythmus auch beibehalten, wenn der Stimulus wegfällt. Auditive Stimuli führen dabei zu besseren Resultaten als visuelle, falls es sich um diskrete Signale handelt, d. h. kurze Stimuli mit Pausen dazwischen. Taktile Stimuli sind den auditiven ebenbürtig.[10] Bei kontinuierlichen visuellen Stimuli, z. B. bei der Abbildung eines periodisch hüpfenden Balls, ist die Synchronisation ebenfalls nicht weniger stabil als bei einem Metronomticken.[11] In Versuchsanordnungen, die eher einer reellen Kammermusiksituation entsprechen, wurde beobachtet, wie die Mitglieder eines Streichquartetts durch Körperbewegungen kommunizieren. Interessanterweise konnte dabei nicht nur festgestellt werden, wie einzelne Personen eine führende Rolle übernehmen, sondern auch, dass die Interpret·innen die Qualität ihrer Darbietung umso positiver bewerten, je mehr ihre Körperbewegungen gekoppelt waren.[12]

In der Praxis des Musizierens wirken somit zwei Regelkreise zusammen, ein visueller und ein auditiver. Ohne Sichtkontakt der Musiker·innen untereinander fällt der visuelle Regelkreis aus. Bei großen Distanzen zwischen den Musiker·innen wird wegen der Zeit, die der Schall benötigt, eine gegenseitige Adaption des Pulses erschwert oder gar verunmöglicht. Bei zeitgenössischen Werken ist es nicht ungewöhnlich, dass die Musik keinen Puls erkennen lässt und damit der auditive Regelkreis wegfällt. Spielen die Musiker·innen gleichzeitig in individuell verschiedenen Tempi können diese Regelkreise sogar widersprüchlich sein und von den Musiker·innen verlangen – entgegen ihrer verinnerlichten Praxis – gewisse Reize zur Adaption des Tempos gänzlich zu ignorieren und den Prozess der Adaption zu unterdrücken.

Der Click-Track als technisches Hilfsmittel

In Situationen, in denen eine spontane Temposynchronisation unmöglich, aber eine zeitliche, kontrapunktische Präzision trotzdem erforderlich ist, drängt sich technikgestützte Tempovermittlung auf. Der Click-Track ist das gängigste und verbreitetste Verfahren, es gibt unzählige Beispiele für Stücke, die so aufgeführt wer-

---

10 Paolo Ammirante/Aniruddh D. Patel/Frank A. Russo: *Synchronizing to auditory and tactile metronomes: a test of the auditory-motor enhancement hypothesis*, in: *Psychonomic Bulletin & Review* 23 (2016), S. 1882–1890.

11 Lingyu Gan et al.: *Synchronization to a bouncing ball with a realistic motion trajectory*, in: *Scientific Reports* 5 (2015), S. 1–9.
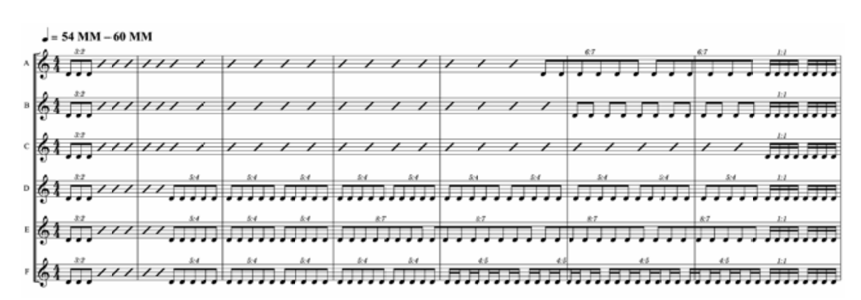
12 Andrew Chang et al.: *Body sway reflects leadership in joint music performance*, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (2017), E4134–E4141.

den. Ein Click-Track lässt sich heute ohne große Mühe anfertigen und viele Komponist·innen stellen eine vorbereitete (mehrkanalige) Audiodatei zusammen mit dem Notenmaterial zur Verfügung. Wie wenig selbstverständlich dies noch in den 1980er Jahren war, zeigen die Vorbemerkungen zum dritten Teil von György Ligetis *Magyar Etüdök* für sechzehnstimmigen Chor a capella. Die Erläuterungen schlagen verschiedenen Möglichkeiten vor – vom leicht verfügbaren Metronom bis zur mehrspurigen Bandmaschine – und sind technisch eher umständlich formuliert:

> Jede Gruppe hat einen Hilfsdirigenten [...]. Der Hauptdirigent gibt die fünf einzelnen Einsätze, danach werden die separaten Tempi vom jeweiligen Hilfsdirigenten mithilfe eines Metronoms durchgehalten (Lichtmetronome sind dafür besonders geeignet). [...] Eine wirklich synchronisierte Aufführung kann mithilfe eines Vierspur-Bandgerätes gesichert werden: auf einem Vierspur-Magnetband werden die Pulsfolgen für die Gruppen 1 bis 4 im voraus gespeichert; die Hilfsdirigenten erhalten ihren eigenen Puls durch einen Kopfhörer (Ticker) [...], der Hauptdirigent kann dann die 5. Gruppe [...] separat steuern. Wenn ein Achtspur-Bandgerät oder ein digitaler Speicher vorhanden ist, können alle fünf Tempi mechanisch koordiniert werden.[13]

Manchmal sind es auch die Interpret·innen, die sich für die Verwendung eines Click-Tracks entscheiden, obwohl er von der Komposition nicht explizit vorgegeben ist. Oft ist die Verwendung eines solchen Hilfsmittels ökonomisch motiviert: Mit einem Click-Track kann die Musik mit weniger Aufwand realisiert werden, die Musiker·innen benötigen weniger Probezeit und es können Kosten gespart werden. Dies kann am Beispiel von Iannis Xenakis' *Métaux* aus dem Schlagzeugsextett *Pleïades* (1978) gezeigt werden (Abb. 7.1).

Abbildung 7.1: Iannis Xenakis, Anfang von Métaux *aus dem Schlagzeugsextett* Pléïades.



13 György Ligeti: *Magyar Etüdök (Ungarische Etüden) nach Gedichten von Sándor Weöres*, Mainz: Schott 1983, S. 28.

Es gibt ein gemeinsames Tempo (Viertel zwischen MM = 54 und 60) und es werden verschiedene Polyrhythmen gespielt. Der Prozess, den man in der Abbildung sehen kann, wiederholt sich während des ganzen Stückes in ähnlicher Form mehrere Male: Alle Instrumente beginnen unirhythmisch (hier: 3 : 2 Achtel), dann fächert sich eine rhythmische Polyphonie auf, indem allmählich andere Notenwerte dazukommen, und schließlich kommen an einer definierten Stelle alle Instrumente wieder unirhythmisch zusammen, wenn auch in einer anderen Geschwindigkeit als zu Beginn (hier: Sechzehntel, man beachte die explizite Angabe des ›neutralen‹ Polyrhythmus 1 : 1). Durch die Regelmäßigkeit der Notenwerte und die Wiedergabe auf einem Perkussionsinstrument ist in dieser Musik die Pulsation stark nach außen gekehrt. Bei einer solchen Satztechnik sind rhythmische Ungenauigkeiten kaum tolerierbar. Das rhythmische Gefüge muss synchron bleiben und ein zu auffälliges ›Abwarten‹ vor den Punkten des Zusammentreffens würde sich störend bemerkbar machen. Mit der somit geforderten zeitlichen Genauigkeit stellt diese Musik hohe Ansprüche an die Ausführenden. Obwohl er von Xenakis nicht vorgesehen wurde, greifen viele Ensembles aus pragmatischen Gründen trotzdem auf einen Click-Track zurück. Der Schlagzeuger Martin Grubinger bestätigt in einem Interview, dass *Pléïades* so komplex sei, dass das Ensemble einen Click-Track verwende. Auf die unvermeidliche Frage, ob dies nicht die Gefahr berge, dass die Musik mechanisch klinge, rechtfertigt er sich, dass dafür umso mehr versucht werde, die Schlagtechnik, Dynamik und Phrasierung zu differenzieren.[14]

Auf dasselbe ökonomische Interesse lässt sich auch die Begeisterung von gewissen Musiker·innen zurückführen, die ich im Rahmen meiner Studie beobachten konnte. Gerade Personen mit Erfahrung im Aufführen zeitgenössischer Musik wissen, wie zeitraubend es sein kann, ein Kammermusikstück bei den Proben zuerst einmal ›organisatorisch‹ zu erfassen und herauszufinden, woran man sich orientieren kann, welches Ensemblemitglied an welcher Stelle das Tempo anzeigt etc. Dass sich unmittelbar Klarheit einstellt und schon beim ersten Durchspielen ›alles an seinem Ort ist‹, wurde als vorteilhaft und zielführend bewertet. Dass man dafür unter maschineller Kontrolle steht und das Tempo nicht selber bestimmen kann, war dabei nicht einmal eine Erwähnung wert.

Von einem konzeptuellen Standpunkt aus lässt sich hier Kritik äußern. Wenn die Verwendung von Technik lediglich einem ökonomischen Interesse geschuldet ist, dann kann nicht behauptet werden, dass es sich um Musik handelt, deren Aufführbarkeit *essenziell* von technikgestützter Tempovermittlung abhängt. Dies trifft nicht nur in Fällen zu, bei denen die Musiker·innen sich selbständig, d. h. ohne eine entsprechende Anweisung in der Partitur, für einen Click-Track entscheiden, wie im oben genannten Beispiel von Xenakis' *Pleïades*, sondern auch auf etliche Kompo-

---

14 Bruno Rauch: *Grenzen Überwinden*, in: *Musik & Theater* Special Edition Lucerne Festival (2013), S. 22–25, hier S. 24.

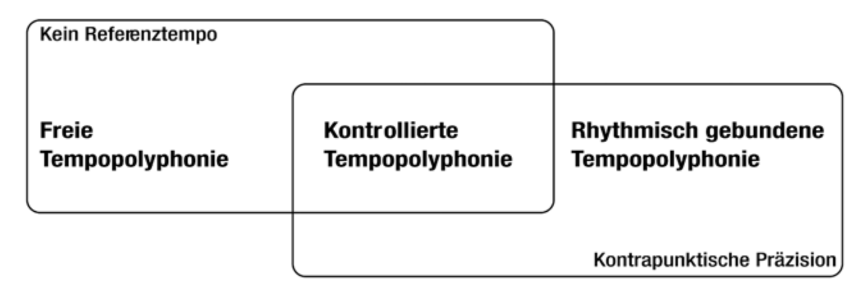
sitionen, bei denen zwar ein Click-Track vorgeschrieben ist, die aber – wenn auch mit etwas Mehraufwand – durchaus ohne diese Hilfe realisiert werden könnten.

7.2 Tempopolyphonie

Mit technikgestützter Tempovermittlung kann tempopolyphone Musik realisiert werden. Aber umgekehrt stimmt es nicht: Nicht jede Musik, bei der die Mitglieder eines Ensembles gleichzeitig in verschiedenen Tempi musizieren, benötigt zwingend technikgestützte Tempovermittlung. Die Voraussetzung ist, dass die verschiedenen Tempi nicht bloß frei nebeneinander herlaufen, sondern aneinander gekoppelt sind und zueinander in einem präzisen Verhältnis stehen.

Um einen Überblick zu schaffen, in welchen Formen tempopolyphone Musik auftreten kann, wird hier eine Typologie vorgeschlagen, die *freie, kontrollierte* und *rhythmisch gebundene* Tempopolyphonie voneinander unterscheidet. Die beiden Hauptkriterien dieser Unterscheidung sind einerseits die kontrapunktische Präzision, die dadurch bestimmt ist, ob das Zusammentreffen aller klingenden Ereignisse genau festgelegt ist, und andererseits das Vorhandensein eines gemeinsamen Referenztempos, auf das sich alle Ausführenden beziehen können (Abb. 7.2).
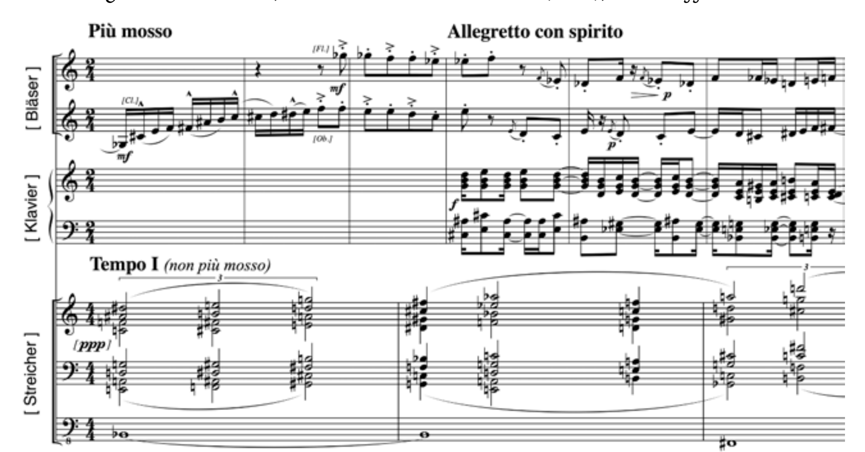
Abbildung 7.2: Typologie der tempopolyphonen Musik.



Freie Tempopolyphonie

Wenn einzelne Instrumente oder Instrumentengruppen gleichzeitig in verschiedenen Tempi spielen, aber diese Tempi nicht oder nur lose koordiniert sind, kann man von einer freien Tempopolyphonie sprechen. Die zeitlichen Unschärfen, die entstehen, sind nicht relevant, weil sie in die kompositorische Konzeption miteinbezogen sind. Die Individualität der Stimmen wird so stark ins Zentrum der Wahrnehmung gerückt, dass das Zusammentreffen der Töne nur noch sekundär ist. Bei einem solchen Fokus auf der Horizontalität der Musik kann es reichen, dass die Tonhöhenorganisation jeder einzelnen Stimme in sich logisch ist, damit

Abbildung 7.3: Charles Ives, Central Park in the Dark *(1906), Takt 64 ff.*



die aus den Zusammenklängen resultierende Harmonik vernachlässigt werden kann. Ansonsten, falls der gesamtharmonische Kontext trotzdem unter Kontrolle bleiben soll, ist es auch möglich, die Tonhöhen aller Temposchichten in einem harmonischen Feld zu fixieren, damit gewährleistet ist, dass keine ungewünschten Zusammenklänge entstehen können.

Die frühesten Beispiele für eine freie Tempopolyphonie finden sich im Œuvre von Charles Ives, z. B. in *Central Park in the Dark* von 1906 (Abb. 7.3). Hier ist, wie oft bei Ives, die Mehrschichtigkeit der Tempi semantisch aufgeladen. Mehrere Musiken, denen je eine eigene Bedeutung zugeordnet wird, erklingen gleichzeitig. In *Central Park in the Dark* wird mit musikalischen Mitteln eine Szenerie aus Umgebungsklängen dargestellt. Ives liefert dazu selbst das Programm:

> This piece purports to be a picture-in-sounds of the sounds of nature and of happenings that men would hear […] when sitting on a bench in Central Park on a hot summer night. The strings represent the night sounds and silent darkness – interrupted by sounds […] from the Casino over the pond – of street singers coming up from the Circle singing […] – of some ›night owls‹ from Healy's whistling the latest of the Freshman March […] – of pianolas having a ragtime war in the apartment house ›over the garden wall‹ […] – again the darkness is heard – an echo over the pond – and we walk home.[15]

Falls die einzelnen Temposchichten nicht mit einer referenziellen Bedeutung behaftet sind, wie in diesem Beispiel von Ives, kann die freie Tempopolyphonie auch abstrakte Qualitäten zum Ausdruck bringen, wie z. B. die Verschiedenheit, Selbständigkeit oder Unabhängigkeit der Temposchichten.

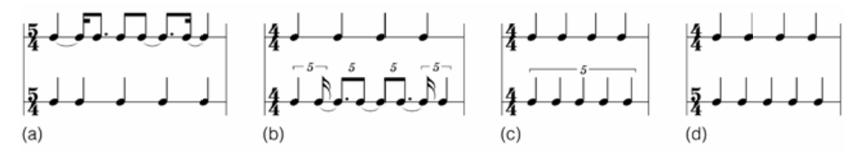
15 *Note* in Charles Ives, *Central Park in the Dark*, Partitur, S. 31.

Rhythmisch gebundene Tempopolyphonie

Als rhythmisch gebunden werden alle Formen von Tempopolyphonien verstanden, bei denen die erklingenden Tempi durch Notenwerte dargestellt werden. Damit überhaupt von ›Tempi‹ gesprochen werden kann, muss es sich um eine regelmäßige Folge von lauter gleichen Notenwerten handeln. Abb. 7.4 zeigt mehrere Möglichkeiten, um z. B. ein Tempo, das zum Referenztempo im Verhältnis 4 : 5 steht, darzustellen:

1. Der Notenwert, der den Taktschlag in vier Einheiten unterteilt, wird in Fünfergruppen neu zusammengefasst, das erklingende Tempo entspricht 4/5 des Referenztempos.
2. Der Notenwert, der den Taktschlag in fünf Einheiten unterteilt, wird in Vierergruppen neu zusammengefasst, das erklingende Tempo entspricht 5/4 des Referenztempos.
3. Es wird übergeordneter Polyrhythmus verwendet, was in manchen Fällen die Schreibweise vereinfacht.
4. Es wird eine polymetrische Konstellation verwendet, bei der die Metren verschieden, aber die Taktlängen äquivalent sind.

Abbildung 7.4: Drei Möglichkeiten, das Tempoverhältnis 4 : 5 rhythmisch gebunden darzustellen: (a) und (b) Neugruppierung einer Schlagunterteilung, (c) Polyrhythmik, (d) taktäquivalente Polymetrik.

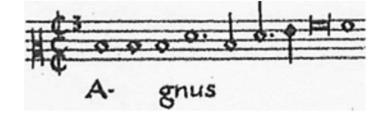


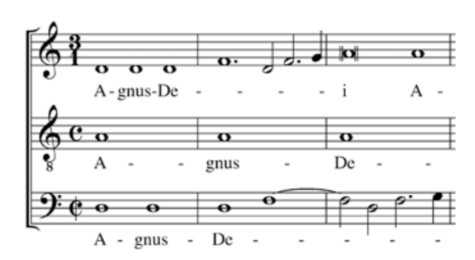
Die ersten beiden Möglichkeiten sehen notationstechnisch komplizierter aus und lassen das Tempoverhältnis nicht immer auf den ersten Blick erkennen, dafür sind sie nahe an der Aufführungspraxis, indem sie den Taktschlag des Referenztempos, auf das sich alle Ausführenden beziehen, explizit darstellen. Die letzten beiden Möglichkeiten lassen die Proportionen direkt sichtbar werden und stellen damit die kompositorische Struktur stärker in den Vordergrund.

Eine frühe Erscheinungsform der rhythmisch gebundenen Tempopolyphonie sind Prolationskanons, deren älteste Beispiele in das 14. Jahrhundert zurückreichen. Ein viel zitiertes Beispiel dafür ist das zweite *Agnus Dei* aus der *Missa L'homme armé super voces musicales*, die Josquin Desprez im späten 15. Jahrhundert komponierte (Abb. 7.5). Gerade die Tatsache, dass es sich hier um einen Kanon, also um Imitationen derselben Melodie handelt, weist auf die Tempopolyphonie hin. Es ist dieselbe Musik, die gleichzeitig in verschiedenen Geschwindigkeiten

erklingt, und damit wird das erklingende Tempo als der veränderbare Parameter ins Zentrum gerückt.

Abbildung 7.5: Josquin Desprez, Agnus Dei II *aus* Missa L'homme armé super voces musicales, *links die originale Notation mit drei Mensurzeichen, rechts eine Realisation als Partitur in moderner Notenschrift.*
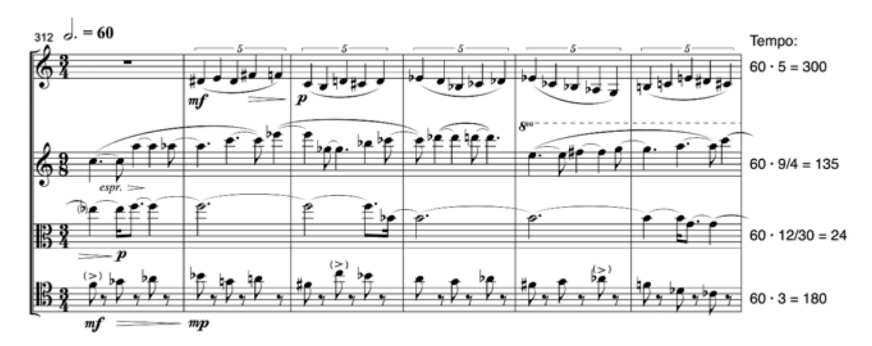




Unzählige Beispiele für rhythmisch gebundenen Tempopolyphonie im 20. Jahrhundert lassen sich bei Elliott Carter finden, für dessen Personalstil ab den 1950er Jahren die rhythmisch gebundene Tempopolyphonie konstitutiv ist. Abb. 7.6 zeigt einen Ausschnitt aus dem *String Quartet No. 1,* dem ersten Stück, bei dem Carter von dieser Notationstechnik extensiv Gebrauch machte. Jedes Instrument spielt eine Folge von Tönen mit einem konstanten Einsatzabstand, woraus sich eine rhythmische Regelmäßigkeit ergibt, die als ein eigenes Tempo verstanden werden kann. Die rhythmisch gebundene Tempopolyphonie ist in ihrem Verfahren mit Polyrhythmik verwandt, was vor allem bei einfachen Tempoproportionen evident ist.[16] Es gibt bei der rhythmisch gebundenen Tempopolyphonie immer ein Referenztempo, auf das alle Temposchichten Bezug nehmen und das den Ausführenden Orientierung bietet. Im abgebildeten Beispiel ist es 𝅗𝅥. = 60. Manchmal ist es in der erklingenden Musik selbst gar nicht als Tempo wahrnehmbar und bietet lediglich die Abbildungsebene für die einzelnen Temposchichten. Aber alle Interpret·innen etablieren dieses Referenztempo innerlich und gleichen es durch kammermusikalische Kommunikation oder bei größeren Besetzungen mithilfe eines Dirigenten/einer Dirigentin untereinander ab. Es fragt sich somit, ob eine solche Musik in einem strengen Sinne überhaupt tempopolyphon ist. Sie ist es bestenfalls für die Zuhörenden, sofern sich die einzelnen Temposchichten wahrnehmen

16 Es stellt sich die Frage, wie ergiebig es ist, eine trennscharfe begriffliche Präzisierung von Polyrhythmik und Tempopolyphonie vorzunehmen. Bezüglich der *Notation* ist der Unterschied evident, jedoch können die polyrhythmischen und die tempopolyphonen Notationen phänomenologisch die gleichen Resultate erzeugen. Dies zeigt sich auch daran, dass sich beide Notationen oft ineinander überführen lassen. Perzeptuell ist die Unterscheidung ebenso uneindeutig und basiert zunächst einmal darauf, dass man überhaupt rhythmische Regelmäßigkeiten wahrnehmen und zueinander in ein Verhältnis setzen kann. Tendenziell werden dabei einfachere Verhältnis eher der Polyrhythmik, kompliziertere eher der Tempopolyphonie zugeordnet.

lassen. Für die Interpret·innen ist die Musik aufgrund des Referenztempos nicht primär tempopolyphon, sondern bloß mehr oder weniger rhythmisch vertrackt. Die Stärke der rhythmisch gebundenen Tempopolyphonie liegt darin, dass die Temposchichten untereinander präzise synchronisiert werden können, ohne dass die Musiker·innen eingeübte und verinnerlichte Mechanismen des Zusammenspiels aufgeben müssen.

Abbildung 7.6: Elliott Carter, String Quartet No. 1 *(1951), Takt 312 ff.*



Die rhythmisch gebundene Tempopolyphonie zeigt aber in einigen Aspekten auch ihre Begrenztheit. Es sind nur Tempoverhältnisse in rationalen Zahlen möglich und bereits bei einfachen Verhältnissen kann der Notentext rhythmisch kompliziert und schwer lesbar werden. Trotzdem kann innerhalb der Temposchichten nur eine eingeschränkte rhythmische Differenzierung stattfinden, weil die Notenwerte ja zur Darstellung des Tempos verwendet werden. Eigentlich erklingt da ein einfacher und gleichförmiger Rhythmus aus lauter regelmäßigen Notenwerten.[17] Zudem können Tempopolyphonien mit allmählichen Tempoänderungen (accelerando und ritardando) nur schlecht rhythmisch gebunden dargestellt werden. Natürlich fällt diese rhythmische Einförmigkeit weniger ins Gewicht, wenn mehrere Tempi überlagert werden, weil gerade aus dieser Überlagerung auch eine Komplexität entstehen kann. Aber um eine flexible, vollkommen frei handhabbare Überlagerung verschiedener Tempi zu erreichen, müssen andere Methoden als die rhythmisch gebundenen Tempopolyphonie verwendet werden.

17 Dieser Sachverhalt fiel auch Carter selbst auf, gleich nachdem er das *String Quartet No. 1* geschrieben hatte; vgl. Heinz Holliger: *Abseits des Mainstreams*, in: *Neue Zeitschrift für Musik* 152 (1991), S. 4–9, hier S. 5.

Kontrollierte Tempopolyphonie

Wenn die parallelen Tempi völlig voneinander entkoppelt sind, also ohne Bezugnahme auf ein gemeinsames Referenztempo auskommen, die Musik aber dennoch kontrapunktisch, im Sinne des Wortes ›Punkt gegen Punkt‹[18] komponiert ist, handelt es sich um kontrollierte Tempopolyphonie. Für Komponist·innen bedeutet das zum einen, dass sie zu jedem Zeitpunkt präzise unter Kontrolle haben, wie sich die Temposchichten zueinander verhalten und was gleichzeitig erklingt, zum anderen, dass sie beliebige Tempodispositionen realisieren können, sowohl mit Tempi in statischen Verhältnissen wie auch mit Tempi, die sich unabhängig voneinander beschleunigen oder verlangsamen.

Bei der kontrollierten Tempopolyphonie stellt sich die Frage nach der Notwendigkeit technikgestützter Tempovermittlung. Die kontrapunktische Satzweise benötigt genaue Synchronisation, aber die Tempopolyphonie erschwert oder verunmöglicht, dass sich die Ausführenden spontan synchronisieren können. Je engmaschiger der Kontrapunkt und je komplexer die Disposition der Tempi ist, desto weniger realistisch ist es, dass die Musik ohne technikgestützte Tempovermittlung adäquat gespielt werden kann, d. h. ohne dass der Fluss der Musik sinnentstellend verzerrt wird oder ein unverhältnismäßiger Probeaufwand geleistet werden müsste.

Da die kontrollierte Tempopolyphonie nun als einer der Satztypen identifiziert worden ist, für den die technikgestützte Tempovermittlung eine zentrale Rolle spielt, kann als nächstes der Frage nachgegangen werden, welche hörbaren Eigenschaften eine solche kontrolliert tempopolyphone Musik besitzt.

Die Wahrnehmbarkeit paralleler Temposchichten

Wenn von tempopolyphoner Musik die Rede ist, erwartet das Publikum oft, dass diese Tempopolyphonie auch *als solche* zu hören und nachzuvollziehen ist. Diese Erwartungshaltung ist verständlich: Das Publikum möchte begreifen, weshalb sich die Musik tempopolyphon nennt, was die technikgestützte Tempovermittlung für eine Funktion erfüllt und wozu der technische Aufwand überhaupt betrieben wird. Die Wirkung von parallelen Temposchichten kann sich jedoch auf verschiedenen Ebenen der Wahrnehmung zeigen und vor allem stehen die Wahrnehmungseffekte nicht immer in offensichtlicher Verbindung zum musikalischen Parameter Tempo.

Nur wenn jede Temposchicht einen wahrnehmbaren Puls aufweist, erschließt sich den Zuhörenden im engeren Sinne, dass hier überhaupt verschiedene Tempi nebeneinander laufen. Damit sich ein Pulsgefühl einstellt, braucht es eine gewisse Regelmäßigkeit auf der Ebene der Rhythmen (d. h. der Notenwerte). Werden solche

18 ›Punkt‹ muss dabei nicht für eine Note stehen, wie es traditionell gemeint war, sondern ganz allgemein für ein akustisches Ereignis.

Temposchichten überlagert, kann man die Pulsfolgen aufeinander beziehen und die Tempopolyphonie als Interferenz dieser Pulsfolgen erkennen. Bei Tempoverhältnissen in kleinen ganzen Zahlen hört man sie eher als Polyrhythmus, bei komplizierteren Tempoverhältnissen als ein ›metrisch dissonantes‹ Gegeneinanderlaufen.
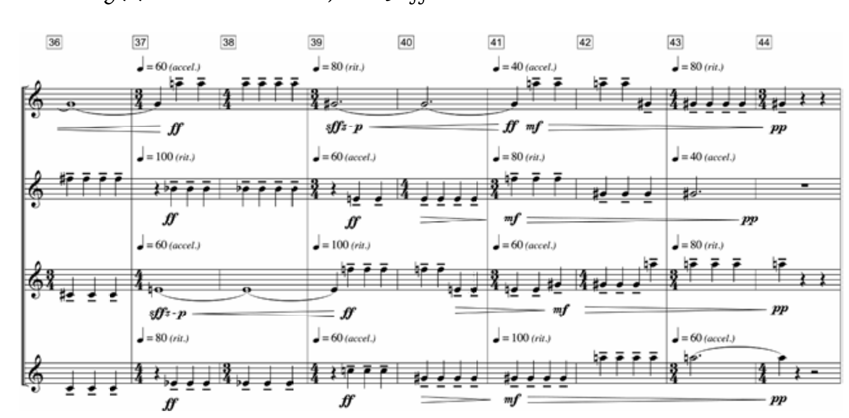
Veränderliche Tempi

Eine besondere Bedeutung haben Tempi, die sich unabhängig voneinander allmählich verändern (accelerando und ritardando). Es handelt sich dabei nämlich um ein gestalterisches Element, das besonders auf den Parameter Tempo verweist, weil es keine gleichwertige Entsprechung auf der Ebene der Notenwerte gibt.

Die Wirkung solcher unabhängiger Tempoveränderungen wird in meinem Saxophonquartett *Hier und dort* exemplifiziert. Die Tempi der vier Instrumente ändern sich ständig während des gesamten Stückes, während die (notierten) Rhythmen bewusst einfach gehalten sind. Die resultierende rhythmische Komplexität der Musik basiert damit maßgeblich auf der Verschiedenheit und der andauernden Veränderung der Tempi. In einigen Abschnitten ist der Rhythmus völlig regelmäßig, wodurch die allmählichen Tempoveränderungen besonders in den Vordergrund gestellt werden. Abb. 7.7 zeigt eine Stelle mit lauter Viertelnoten und fixierten Tonhöhen und Abb. 7.8 eine Stelle mit einer Textur aus Sechzehntelnoten und Tonhöhen in repetitiven Fünftongruppen. Bei den schnellen Notenwerten lässt sich die Tempoveränderung besonders gut nachverfolgen. Zur weiteren Verdeutlichung wird der Wendepunkt, wo das Tempo das Minimum erreicht und wieder beschleunigt, noch durch Dynamik und Artikulation hervorgehoben.

Es stellt sich eine aufführungspraktische Frage: Können mehrere Musiker·innen in je verschiedener Weise ihr Tempo verändern, diese Veränderungen allmählich und nicht sprunghaft ausführen und in kammermusikalischer Interaktion so dosieren, dass schließlich gemeinsam der gewünschte Zielpunkt erreicht wird?

Abbildung 7.7: Hier und dort *IV, Takt 36 ff.*



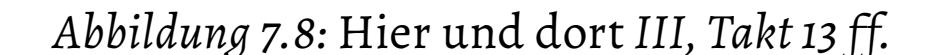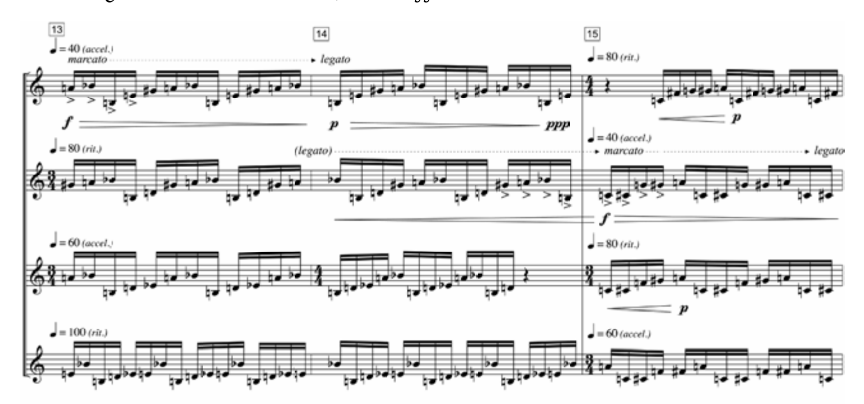


Abbildung 7.8: Hier und dort *III, Takt 13 ff.*



So etwas ist kaum vorstellbar, zu komplex sind die Regelkreise. Für eine Komposition, deren Tempostruktur so disponiert ist, ist technikgestützte Tempovermittlung unverzichtbar.

Die rhythmische Komplexität, die durch individuelle Tempoänderungen entsteht, ist jedoch kein Gestaltungselement, das nur im Zusammenhang mit Neuer Musik seine Berechtigung findet. Wie es auch im Genre Fusion-Jazz eingesetzt werden kann, zeigen die Kompositionen von Kurt Mikolajczyk. Auch dort gibt es eine Verbindung zur Technik: Die Temposchichten werden teils elektronisch wiedergegeben aus der Software *Ableton Live*, teils auf akustischen Instrumenten gespielt, wobei die Musiker mit einem Click-Track synchronisiert werden.[19] Für die mathematische Handhabe der Tempoveränderungen hat Mikolajczyk zudem *Max for Live Plugins* entwickelt.

Klangliche Hervorhebung der Temposchichten

In tempopolyphoner Musik stellt sich die Frage, ob alleine die Differenzen im Tempo ausreichen, einzelne musikalische Schichten so voneinander abzusetzen, dass sie individuell wahrnehmbar werden, oder ob es dazu nicht auch noch Gestaltunterschiede auf der Ebene anderer musikalischer Parameter braucht. In vielen Kompositionen Elliott Carters ist die musikalische Textur in zwei oder mehrere kontrapunktische Schichten unterteilt, die sich in Harmonik, Rhythmus und Artikulation voneinander abheben und je einem Instrument oder einer Instrumentengruppe zugeordnet sind. Wir haben es bei Carter mit einer Form von Polyphonie zu tun, die nicht auf Imitation, sondern auf Individualisierung beruht. Diese klare Charakterisierung der einzelnen Schichten dient der guten Durch-

19 Kurt Andrew Mikolajczyk: *Dynamic Polytemporality*, Master thesis, University of Sydney; Sydney Conservatorium of Music; Performance Studies (SCM), Dez. 2018.

hörbarkeit. Jede Schicht bleibt dank ihrer individuellen Klangsprache auch in der Mehrschichtigkeit gut erkennbar – ebenso wie der Eindruck der Mehrschichtigkeit erst durch eine solche Individualisierung der Stimmen überhaupt entstehen kann. David Schiff nennt solche Konglomerate aus typischen Eigenschaften, die die »musikalische Persönlichkeit« bestimmen »character-patterns«.[20]

Für Carter war diese Charakterisierung der musikalischen Schichten nicht nur eine satztechnische Angelegenheit, sondern auch mit einer Bedeutung aufgeladen: die Instrumente als interagierende Protagonisten. Carter bezieht sich dabei gerne auf die Oper und verweist auf bestimmte Ensemblestücke, in denen mehrere Protagonisten gleichzeitig singen,[21] oder er sieht in der selbständigen Charakterisierung der musikalischen Schichten ein Abbild einer demokratischen Gesellschaft, wie er explizit im Vorwort zum *String Quartet No. 4* erläutert:

> A preoccupation with giving each member of the performing group its own musical identity characterizes my String Quartet No. 4; thus mirroring the democratic attitude in which each member of a society maintains his or her own identity while cooperating in a common effort […].[22]

Ganz in diesem Sinne hat auch Stefan Wirth sein Werk *Manduria* angelegt. Er teilt das Ensemble auf (Piccolo und Kontrabass; Oboe und Trompete; zwei Klarinetten; Posaune und Akkordeon; zwei Violinen; Horn, Viola und Violoncello; Klavier) und weist jeder dieser Kleinformationen einen individuellen musikalischen Charakter zu. Durch das Aufeinandertreffen und Überlagern dieser Charaktere kommt es zu einer Art polystilistischen Collage, wobei die Musik nicht existierende Stile zitiert, sondern sich ihnen nur annähert. So spielen z. B. Oboe und Trompete eine »martialisch-rhythmische Pseudo-Balkan-Musik« und Horn, Viola und Cello in einem »ganz samtig-weichen ›romantischen‹ Akkord-Stil«.[23]

Bei Carter und Wirth ist die Verschiedenheit der Tempi *eine* der kompositorischen Maßnahmen zur Individualisierung und Abgrenzung verschiedener musikalischer Schichten. Durch das Zusammenwirken mit Differenzierungen auf der Ebene anderer Parameter kommt es zu einem deutlichen Effekt, der auch hörend gut nachvollziehbar ist. Ein Gegenentwurf dazu ist mein Quartett *Hier und dort:* Einerseits ist die Besetzung mit vier Sopransaxophonen bezüglich Klangfarbe und Tonumfang völlig homogen und andererseits spielen alle vier Instrumente

---

20 Schiff: *The Music of Elliott Carter*, S. 36.

21 Elliott Carter: Music and the Time Screen (1976), in: Jonathan W. Bernard (Hg.): Elliott Carter. Collected Essays and Lectures, 1937–1995, New York: University of Rochester Press 1997, S. 262–280, hier S. 273.

22 Elliott Carter: *String Quartet No. 4*, Boosey & Hawkes 1986.

23 Stefan Wirth im Programmheft zur Uraufführung am 19. März 2016.

dasselbe Material. Damit habe ich eine Art Versuchsanordnung geschaffen, um die Möglichkeiten von unabhängigen Tempi zu explorieren.

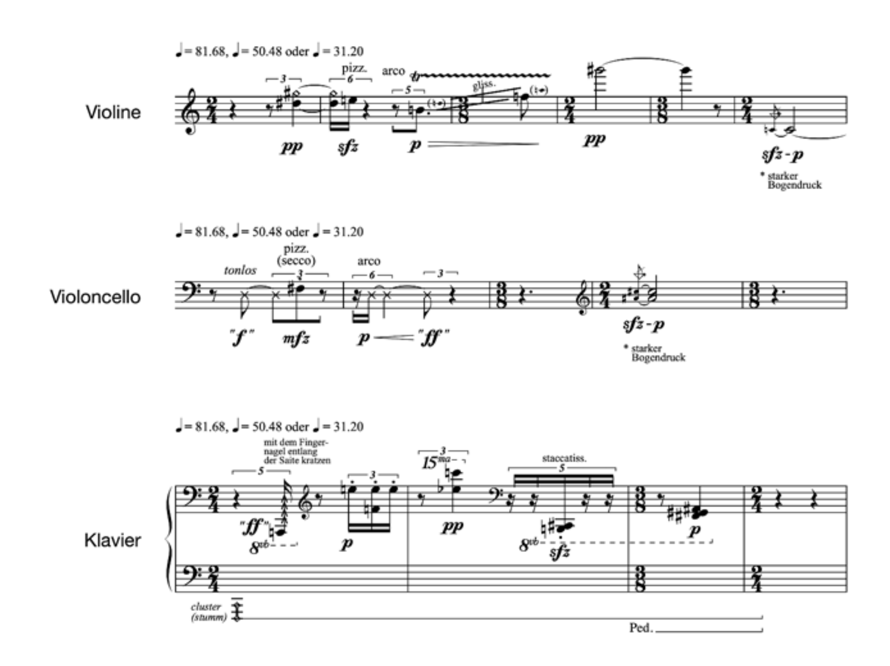
Gestische Qualität der Tempi

Es gibt ein Tempogefühl ohne Puls, eine Wahrnehmung von musikalischer Geschwindigkeit, die nicht direkt an eine Pulswahrnehmung gekoppelt ist. Jeder Rhythmus lässt die Zuhörenden Zeit erleben. Diese Erlebnisqualität kann quantifiziert werden als Ereignisdichte und sie kann metaphorische Zuschreibungen erhalten wie z. B. den Grad der emotionalen Erregtheit. Einen Versuch, diese auf Rhythmus und Tempo bezogene Erlebnisqualität zu isolieren und kompositorisch zu thematisieren, habe ich in meinen Kompositionen *Tempostudie* und *Série rouge* vorgenommen. Im Laufe dieser beiden Stücke spielen die Interpret·innen dieselbe (d. h. identisch *notierte)* Musik in verschiedenen Tempi. In dieser Gegenüberstellung können die verschiedenen gestischen Qualitäten, die der Notentext bei der Wiedergabe in verschiedenen Tempi entfaltet, beobachtet werden. So entsteht in einem langsamen Tempo aus einer Abfolge von Spielaktionen eine Gestalt aus gehaltenen Tönen, die die Aufmerksamkeit mehr auf die einzelnen Aktionen lenkt und die wegen ihrer geringen Aktivität im kammermusikalischen Zusammenhang weniger auffällt und eher die Funktion einer harmonietragenden Begleitstimme erfüllt. In einem schnellen Tempo bekommt dieselbe Abfolge eine profiliertere Gestalt, die die Aufmerksamkeit auf die Figur lenkt, die aus den einzelnen Aktionen entsteht, und die sich viel stärker in den Vordergrund drängt.

Das Klaviertrio *Série rouge* setzt dies um, indem derselbe Notentext dreimal gespielt wird, je in einer anderen Konstellation der Tempi. Dies bedeutet, dass jedes Mal das schnelle, das langsame oder das mittlere Tempo einem anderen Instrument zugeordnet ist (Abb. 7.9). Dadurch treffen die Stimmen dreimal verschieden aufeinander und es kommt bei jeder Konstellation zu einer anderen polyphonen Kombination. Der Anfang jeder Konstellation klingt immer ähnlich, doch dann laufen die Stimmen aufgrund der verschiedenen Tempi auseinander, die Musik entwickelt sich jedes Mal in eine andere Richtung. Jede Konstellation ist charakterisiert von demjenigen Instrument, das im schnellsten Tempo spielt. Nicht nur, weil es die größte Aktivität besitzt, sondern auch, weil es als einziges seinen gesamten Notentext bis zu Ende spielen kann.

Beim Trio *Tempostudie* wird das Tempo, individuell für jedes Instrument, im Moment der Aufführung von einem Zufallsgenerator gewählt. Es kann von ca. ♩= 36 bis ♩= 114 reichen und es ist nicht konstant, sondern wird (fast) immer entweder beschleunigt oder verlangsamt. Die Herausforderung für die Interpreten·innen liegt nicht nur darin, denselben Notentext in stark unterschiedlichen Tempi wiederzugeben, sondern auch darin, dass sie sich spontan an das unvorhersehbare, vom Zufallsgenerator vorgegebene Tempo anpassen müssen. Bei der ersten,

Abbildung 7.9: Série rouge, *die erste Notenzeile jedes Instruments.*



nicht öffentlichen Leseprobe dieses Stücks an einem Workshop in Darmstadt im Sommer 2016 empfanden die Musiker diese Herausforderung als inspirierend, da sie sich sowohl als Interpreten wie auch als Improvisatoren angesprochen fühlten. Ein Durchgang von *Tempostudie* dauert ungefähr zwei Minuten. Wird dieses Trio mehrmals hintereinander gespielt, bekommt das Publikum die Möglichkeit, die gestischen Unterschiede, die das variable Tempo erzeugt, zu erleben.

Die beiden Kompositionen *Série rouge* und *Tempostudie* stellen das Tempo ins Zentrum, indem es die einzige variable Gestaltungsgröße ist, während alle anderen Parameter konstant bleiben. Da jedes Instrument in einem anderen Tempo spielt, wirkt sich die gestische Qualität des Tempos bei jedem Instrument anders aus. Damit wird die Eigenständigkeit jedes Instruments hervorgehoben. Gleichzeitig handelt es sich um einen kontrapunktischer Tonsatz, und es gibt Kriterien für das Zusammentreffen von Tonereignissen. Die Tempi sind individuell, müssen aber in jedem Fall genau eingehalten werden, weil sonst die kontrapunktische Struktur nicht entstehen kann. Somit ist auch hier technikgestützte Tempovermittlung unverzichtbar.

Koordinationspunkte

In der ›akademischen‹ Avantgarde kommen oft komplizierte, das Tempo- oder Pulsgefühl zersetzende Rhythmen vor. Diese rhythmische Ästhetik darf jedoch nicht zum Fehlschluss führen, dass in dieser Musik eine präzise Synchronisation generell weniger wichtig sei und und man gut auf sie verzichten könne.[24] Synchronisation und Präzision des Zusammenspiels kann sich für die Zuhörenden auch jenseits einer Pulswahrnehmung vermitteln. Eine Möglichkeit dafür sind deutlich artikulierte, zwischen verschiedenen Akteuren (Instrumenten, Medienzuspiel) synchronisierte Ereignisse, die in einem ansonsten ›frei‹ und rhythmisch unverbunden klingenden Gefüge stattfinden. Diese Ereignisse müssen die nötige Salienz besitzen, um sich vom Strom der sonstigen Ereignisse abzuheben: Das können in der Lautstärke hervortretende Töne oder Klangobjekte sein, ein gemeinsames Beginnen oder Aufhören von klanglichen Aktionen oder Kontrastbildungen, wie ein Sprung in der Dynamik oder ein Wechsel der Spieltechnik (z. B. subito sul ponticello) usw. Durch diese Ereignisse können die Zuhörer·innen in einem konstruktiven Akt Beziehungen und Strukturen in die Musik hineindeuten und eine musikalische Form erkennen. Die in der von diesen koordinierten Ereignissen suggerierten Annahme, dass dahinter eine gestalterische Absicht stehe, verleiht der Musik eine gewisse Stringenz und Logik.

Aus der Perspektive der Komponist·innen können solche Koordinationspunkte tatsächlich ein absichtsvoll eingesetztes Element sein. Nicht nur aus Gründen des zu erreichenden Effekts auf die Hörwahrnehmung, sondern auch als Hilfe, um in einer komplexen, schwierig überschaubaren Tempopolyphonie Halt zu finden. Mathieu Corajod nannte seine 2020 geschriebene, tempopolyphone Komposition *Critical Control Points.* Damit bringt er im Stücktitel zum Ausdruck, welche formbildende Wichtigkeit die immer wieder bewusst gesetzten Koinzidenzen von Taktschlägen haben. Zudem nimmt er Bezug auf die Applikation *PolytempoComposer*, bei der mithilfe sogenannter Kontrollpunkte[25] solche Koinzidenzen in einem tempopolyphonen Zusammenhang konstruiert werden können.

Bei meiner Komposition *Tempostudie* sind es die synchronisierten Ereignisse, die der Musik trotz ihrer zufallsbasierten Form Sinn verleihen. Für jedes Instrument (Violine, Bassklarinette und Akkordeon) existieren acht Fragmente, je sechs Takte lang, bezeichnet mit den Buchstaben a–h. Diese Fragmente werden von einem Zufallsgenerator für jedes Instrument individuell aneinandergereiht. Das Stück besitzt damit eine offene Form, die viele verschiedene Möglichkeiten

---

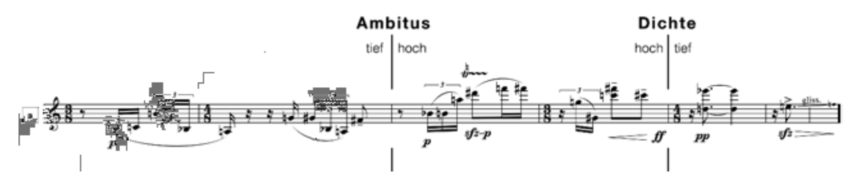
24 Zeitgenössische Musik sei »music with very low timing constraints« und benötige keine genaue Synchronisierung wird z. B. behauptet bei Gabrielli/Squartini: *Wireless Networked Music Performance*, S. 6.

25 Beschrieben in Kapitel 6 auf S. 186 f.

der Realisierung zulässt. Damit jede dieser Möglichkeiten zu einer schlüssigen musikalischen Gestalt führt, bei der die Instrumente kammermusikalisch zusammenzuspielen scheinen, ist das Stück so angelegt, dass hinreichend viele synchronisierte Ereignisse stattfinden.

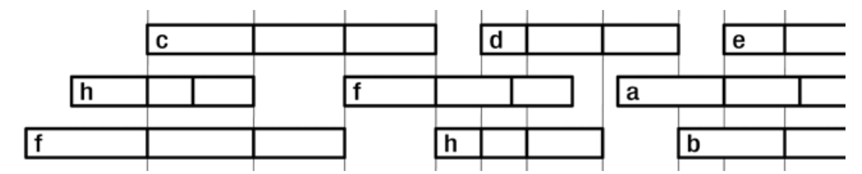
Zu diesem Zweck habe ich folgende Struktur entworfen: In jedem der Fragmente gibt es zwei Wendepunkte bei Takt 3 und Takt 5. An diesen Wendepunkten kommt es zu einer deutlich wahrnehmbaren Kontrastbildung. Entweder verändert sich der Ambitus (in Bezug auf den Tonumfang des Instruments) von tief nach hoch oder umgekehrt, oder es verändert sich die rhythmische Dichte von schnellen Figuren, Trillern oder Tremolos zu lang gehaltenen Noten oder umgekehrt. Oft, aber nicht immer, sind diese Wendepunkte auch noch durch eine dynamische Geste (crescendo, subito piano) hervorgehoben (Abb. 7.10).

Abbildung 7.10: Tempostudie, *das Fragment a der Violine.*



Jedes Fragment besitzt damit vier markante Stellen: den Anfang und das Ende sowie die zwei Wendepunkte in der Mitte. Der Zufallsalgorithmus, der das Stück zusammensetzt, folgt der Regel, die Fragmente der einzelnen Instrumente immer so auszurichten, dass diese Stellen aufeinandertreffen (Abb. 7.11). Diese wahrnehmbaren Koinzidenzen – manchmal in zwei, manchmal in allen drei Instrumenten – verleihen der Musik eine klare Struktur, die Tempopolyphonie schafft gleichzeitig den Eindruck von Freiheit.
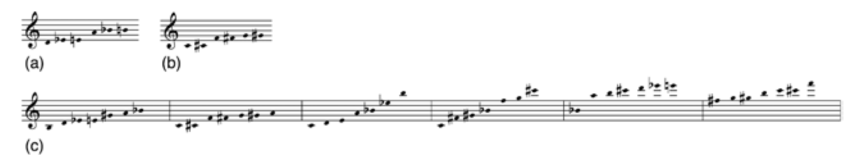
Abbildung 7.11: Tempostudie, *eine mögliche Zufallsanordnung der Fragmente.*



Auch die Harmonik bietet eine Möglichkeit, an Koordinationspunkten eine wahrnehmbare Kontrastwirkung zu erzielen. In besonders exemplarischer Art und Weise ist das im Saxophonquartett *Hier und dort* durchgeführt. Die Tempopolyphonie dieses Stücks ist so disponiert, dass sich alle sechs Sekunden ein gemein-

samer Taktschlag in allen vier Instrumenten ergibt. Dieses engmaschige Gerüst von Koordinationspunkten wurde unter anderem dazu verwendet, die Harmonik zu strukturieren. An jedem Koordinationspunkt ändert sich das harmonische Feld. Dazu wurde die in Abb. 7.12 gezeigte Materialvorordnung vorgenommen.

Abbildung 7.12: Hier und dort, *harmonische Struktur, (a) und (b) chromatisch komplementäre Gruppen von sechs Tonhöhenklassen, (c) Anordnung dieser Gruppen zu einer Abfolge von harmonischen Feldern (der Beginn entspricht Takt 13 in Abb. 7.8).*



Zuerst wurde das chromatische Total in die beiden sechstönigen Felder (a) und (b) aufgeteilt. Da diese beiden Felder komplementär sind, erzeugen sie einen großen harmonischen Kontrast. Darauf wurde die tatsächliche Abfolge der harmonischen Felder (c) festgelegt. Dazu wurde zwischen den beiden sechstönigen Feldern abgewechselt, aber immer ein Ton aus dem anderen Feld übernommen, wodurch Verbindungstöne zwischen den Feldern entstehen. So wurde satztechnisch ermöglicht, trotz des harmonischen Kontrast an den Schnittstellen auch Haltetöne einzusetzen. Zuletzt wurden die Oktavlagen der Töne festgelegt, wobei es drei Möglichkeiten gibt: Die Töne befinden sich entweder unten, oben oder überall im Tonumfang des Saxophons.

Um die Harmonik differenziert kontrollieren zu können, muss das Zusammentreffen der einzelnen Tonhöhen im tempopolyphonen Satz genau festgelegt werden können. Dies gilt primär für das punktuelle Zusammenklingen, das einer bestimmten Intervallik oder Akkordik folgt. Bei statischer Harmonik lässt sich durch Kontrastbildungen, die z. B. dadurch erzielt werden, dass sich das harmonische Feld synchron in allen Temposchichten ändert, eine Ereignishaftigkeit erzeugen. Durch solche Kippmomente kann ebenfalls ein Eindruck von Synchronisation entstehen und zeitliche Präzision erfahrbar gemacht werden.

7.3 Musik im Raum

Musik entfaltet sich in der Zeit, es ist geläufig, sie als ›Zeitkunst‹ zu bezeichnen. Kommt der ›Raum‹ als kompositorischer Parameter dazu, wird die Musik um eine Dimension bereichert.[26] Zunächst muss jedoch festgehalten werden, dass Musik und Raum grundsätzlich eng miteinander verbunden sind. Das Klangbild der Musik wird durch die richtungsabhängige Schallabstrahlung der Schallquellen und durch den umgebenden Raum beeinflusst. Die Geometrie und Größe des Raums sowie die Beschaffenheit der schallreflektierenden Oberflächen – technisch gesprochen: die Impulsantwort des Raums – prägen sich dem Klang auf. Räume mit spezifischen Qualitäten (Kirchen, Konzertsäle usw.) spielen in der Musik seit jeher eine Rolle. Zudem ist für den Klangeindruck auch die Hörposition im Raum relevant. Ohne Räumlichkeit ist Musik gar nicht denkbar.

Um zu behaupten, dass die Musik um den Parameter ›Raum‹ erweitert werde, muss es sich spezifisch um eine Musik handeln, bei der die Räumlichkeit bewusst gestaltet und durch die räumlich verteilte Aufstellung der Schallquellen explizit ins Zentrum gerückt wird. Zwei Wahrnehmungseffekte können durch die Räumlichkeit erzielt werden: einerseits klangliche Einhüllung, andererseits Akzentuierung der polyphonen Struktur durch räumliche Segregation des Gehörten. Die Ohren empfangen die Kombination aller Schallsignale der Umgebung als ein einziges Signal. Für die Fähigkeit des auditiven Systems, dieses komplexe Signal zu zerlegen und die Komponenten in kohärente akustische Ströme zu gruppieren und verschiedenen Schallquellen zuzuordnen, prägte der Psychologe Albert Bregman den Begriff der auditorischen Szenenanalyse *(auditory scene analysis)*. Bei der Analyse gleichzeitig erklingender Schallquellen spielt das binaurale Hören, das die Zeit- und Pegeldifferenzen der beiden Ohrsignale auswertet, eine besonders wichtige Rolle. Dass es möglich ist, akustische Komponenten, die aus derselben Raumrichtung kommen, derselben Schallquelle zuzuordnen, nennt Bregman »one of the strongest scene-analysis priciples.«[27] Sind die Schallquellen weit von der Hörposition entfernt, wie dies z. B. bei Fernorchestern oder -chören der Fall ist, kommen zusätzlich noch die Reize der Distanzwahrnehmung (Intensitätsverlust, frequenzabhängige Dämpfung) dazu.

Der Einbezug des Raumes als kompositorische Dimensionen hat seine Wurzeln in den antiphonalen Gesängen des gregorianischen Chorals und kam im 16. Jahrhundert in Venedig zu seiner erste Blüte. Schon bei der venezianischen Mehrchörigkeit, die als frühes Beispiel von Raummusik gerne zitiert wird, ging

26 Raum ist hier als realer oder architektonischer Raum gemeint, nicht in einer der gängigen zur Beschreibung von Musik verwendeten metaphorischen Bedeutungen wie Vorstellungsraum, Notationsraum oder Tonraum.

27 Albert S. Bregman: *Auditory Scene Analysis*, Cambridge, MA: MIT Press 1990, S. 293.

es um die beiden erwähnten Wahrnehmungseffekte. Erstens konnte Klangvolumen erzeugt und die klangliche Einhüllung, die ja in einem großen Kirchenraum sowieso gegeben ist, zusätzlich verstärkt werden. Zweitens wurde die Disposition der Mehrchörigkeit ausgenutzt für vielfältige Kontrastwirkungen nicht nur durch Besetzung und Tonlage, sondern auch durch die räumliche Positionierung der Schallquellen. Damit konnte die musikalische Struktur und Form verdeutlicht werden, nicht zuletzt auch durch die räumliche Segregation.

Auch für heutige Komponist·innen bleibt es interessant, mit der Räumlichkeit musikalische Strukturen offenzulegen. Dies kann bedeuten, dass sie polyphon komponieren und diese Polyphonie dann im Raum abgebildet wird. Oder sie komponieren eine Musik, die den Raum spezifisch miteinbezieht, indem sie die Klangereignisse zeitlich so setzen, dass räumliche Muster entstehen oder sogar die Illusion einer Bewegung des Klangs im Raum. Dank der technikgestützten Tempovermittlung ist die für die Polyphonie nötige Synchronisation auch bei räumlich aufgestellten Musiker·innen gegeben. Die rhythmische Präzision des Zusammenspiels erscheint bei großen Distanzen unwahrscheinlicher als bei einem in herkömmlicher Weise auf dem Podium platzierten Ensemble. Dieser Widerspruch, der einem informierten Publikum durchaus auffällt, kann eine eindrucksvolle Wirkung entfalten.

Ebenfalls einen Anteil an der Wirkung der Musik haben neben den akustischen auch die szenographischen Aspekte einer räumlichen Aufstellung der Ausführenden. Die überkommene frontale Ordnung, die in der Gegenüberstellung von Konzertpodium und Publikum gegeben ist, kann explizit negiert werden. Der Aufführungsraum wird seiner ›Unsichtbarkeit‹ enthoben, indem er mit Personen besetzt wird. Zudem bietet die Inszenierung der Musiker·innen im Raum auch Anknüpfungspunkte für assoziative Bedeutungen wie ›selbständig agieren‹, ›einen Standpunkt einnehmen‹ usw. Wenn dabei dank der technischen Tempovermittlung alle visuellen auffälligen Zeichen und Gesten wegfallen, die nötig wären, um die Musiker·innen untereinander zu synchronisieren, verstärken sich diese Bedeutungen erst recht.

1958 wurden Karlheinz Stockhausens *Gruppen* für drei Orchester in Köln uraufgeführt. Stockhausen hatte schon zuvor im elektroakustischen Werk *Gesang der Jünglinge* (1955/56) durch die Verteilung von fünf Lautsprechergruppen mit der Räumlichkeit kompositorisch gearbeitet. Diese Erfahrung übertrug er nun in *Gruppen* auf die Instrumentalmusik. In einer Einführung, die er zur Sendung im WDR am 23. April 1958 verfasste, schreibt er:

> Mit den ›Gruppen‹ hat eine neue Entwicklung der ›Instrumentalmusik im Raum‹ eingesetzt. Die neue Form vielschichtiger Zeitkomposition von Instrument zu Instrument wird auch in der äußeren Form klar gemacht. Mehrere selbständige Orchester – bei den ›Gruppen‹ sind es drei – umgeben den Zuhörer; die Orchester spielen – jedes unter seinem Dirigenten – teilweise unabhängig in verschiedenen

> Tempi; von Zeit zu Zeit treffen sie sich im gemeinsamen Klangrhythmus; sie rufen sich zu und beantworten sich; das eine gibt des anderen Echo; eine Zeitlang hört man nur Musik von links, von vorne oder von rechts; der Klang wandert von einem Orchester zum anderen usw.[28]

Stockhausen erwähnt den Zusammenhang zwischen der räumlichen Aufstellung und der Selbständigkeit der drei Teilorchester. Interessanterweise sind auch die individuellen Tempi ein Aspekt dieser Selbständigkeit. Man mag sich nun fragen, ob die Idee für die räumliche Aufstellung der Auslöser für die Tempodisposition war oder umgekehrt die Tempodisposition der Anlass zur räumlichen Aufstellung. Für beides lässt sich eine Argumentationskette formulieren. Man könnte von der »vielschichtigen Zeitkomposition« ausgehen, die vorsieht, dass drei Ensembles in verschiedenen Tempi spielen müssen und dafür auch je ein selbständiges Dirigat benötigen. Es würde aus praktischen Gründen naheliegen, diese Ensembles nun auch räumlich zu trennen und an drei Seiten des Publikums aufzustellen. Man könnte ebenso gut von der räumlichen Aufstellung ausgehen, mit der die Musik räumlich inszeniert und das Publikum klanglich eingehüllt werden kann, wie es aus der elektronischen Musik bekannt ist. Die räumliche Trennung könnte zur Idee führen, diese Selbständigkeit der Ensembles auch strukturell in die Musik aufzunehmen und die verschiedenen ›Standpunkte‹ auch mit unabhängigen Tempi zu verdeutlichen. Auf jeden Fall lässt sich nachvollziehen, dass die Effekte von Raumaufstellung und Tempopolyphonie einander verstärken können.

Dass es einen Zusammenhang zwischen Raummusik und Tempopolyphonie gibt, zeigte sich auch darin, dass einige an der Studie beteiligten Komponist·innen eine räumliche Aufstellung wählten, obwohl dies nicht Teil des Kompositonsauftrags war. Bei Carlos Hidalgos *scorrevole fluido* waren die vier Saxophonist·innen und bei Stefan Wirths *Manduria* die sieben Kleinformationen rund um das Publikum herum aufgestellt. Bei André Meiers *the same [not] the same* und *modular form [#date]* waren die Musiker·innen auf der Bühne, aber mit großen Distanzen zueinander aufgestellt (Abb. 7.13). In allen Fällen ging es darum, die Eigenständigkeit der Instrumente, die schon durch die Tempopolyphonie erzeugt wird, mit der Verteilung im Raum weiter zu unterstützen. Eine Versuchsanordnung, die erleben lässt, wie sich die räumliche Aufstellung auswirkt, ist in meinem Saxophonquartett *Hier und dort* gegeben. Dieses Stück besteht aus vier Sätzen, die entweder auf der Bühne oder um das Publikum herum gespielt werden (Abb. 7.14). Um dem Publikum den Vergleich zwischen den beiden Hörperspektiven vorzuführen, gibt es große Verwandschaften zwischen den Sätzen. Jedes Material erscheint einmal in der frontalen und einmal in der räumlichen Aufstellung, gewisse Passagen sind gar völlig identisch.

28 Stockhausen: *Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles. Aufsätze 1952–1962 zur musikalischen Praxis*, S. 71.

Abbildung 7.13: Bühnenplan für André Meiers the same [not] the same *und* modular form [#date].

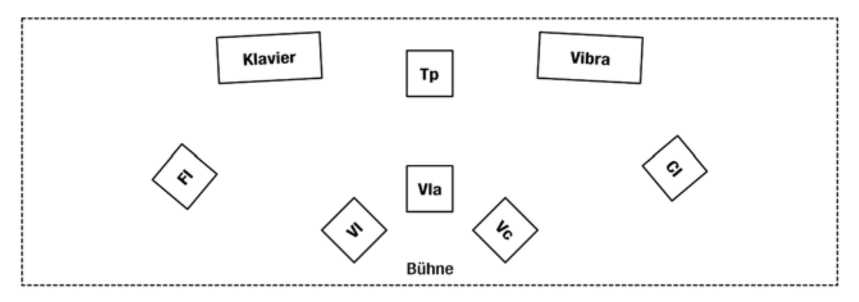
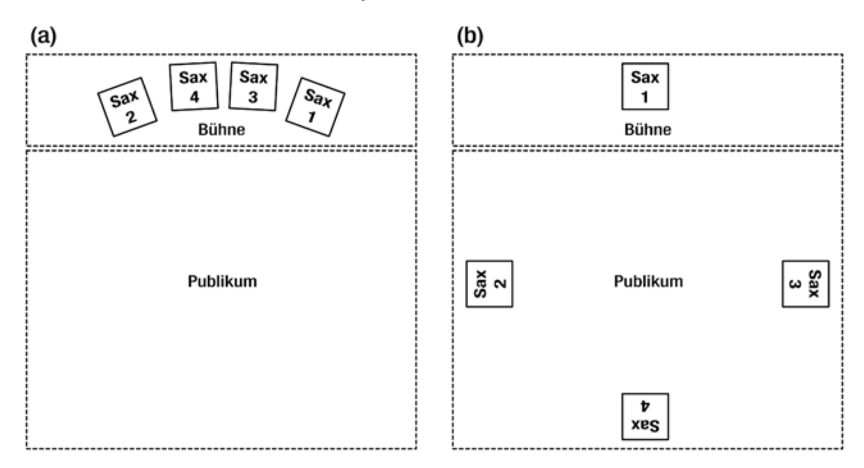


Abbildung 7.14: Hier und dort, *räumliche Aufstellung: (a) auf der Bühne für die Sätze I und IV, (b) um das Publikum herum für die Sätze II und III.*



7.4 Performative Wirkung

Abgesehen davon, dass sie die Aufführung gewisser musikalischer Strukturen ermöglicht, wirkt sich die technikgestützte Tempovermittlung auch stark auf die Bühnenpräsenz aus. Der Aspekt, dass technikgestützte Tempovermittlung die Ausführung komplexer Musik vereinfacht – als ökonomisches Argument bereits weiter oben eingeführt –, kann auch performative Wirkung entfalten und gerade bei Stücken mit anspruchsvollen Tempodispositionen zu einer Art Leichtigkeit oder Mühelosigkeit im Vortrag führen. Da sich für die Musiker·innen das Zusammenspiel ›von alleine‹ ergibt, muss es nicht durch intensives Gestikulieren oder angespanntes Mitverfolgen der Mitmusizierenden erwirkt werden. Auch in der Koordination mit einem Medienzuspiel kann sich die Mühelosigkeit zeigen, indem die Zeitstruktur wie vorgegeben ablaufen kann und die menschlichen Inter-

pret·innen nie warten oder aufholen müssen. In der Studie war eine Interpretin von dieser Mühelosigkeit offensichtlich so viel stärker beeindruckt als von der ständigen Kontrolle, die die technikgestützte Tempovermittlung auf sie ausübte, dass sie diesen Zustand des Musizierens gar als »Freiheit« bezeichnete.[29]

Ein weiterer performativer Aspekt der technikgestützten Tempovermittlung, den es zu beachten und zu diskutieren gilt, ist die Vereinzelung der Musiker·innen. Wenn die Mitglieder eines Ensembles gleichzeitig in verschiedenen Tempi spielen, gleichen sie ihr inneres Pulsgefühl nicht den Mitmusiker·innen, sondern der technischen Vorgabe an. Dadurch geht ein Teil dessen verloren, was für einige – Spielende ebenso wie Zuhörende – die musikalische Live-Erfahrung ausmacht, nämlich die Beziehung der musizierenden Personen untereinander. Es gibt kaum noch Blickkontakt und keine Kommunikation durch Körperbewegungen. Falls es sich um tempopolyphone Musik handelt, sind solche Körperbewegungen eher eine Behinderung, da alle das Tempo anzeigenden Gesten für die andere Ensemblemitglieder bedeutungslos, wenn nicht sogar störend sind. Diese fehlende menschliche Kommunikation wird bisweilen als Entfremdung von der Musik gedeutet.

Von den Interpret·innen werden völlig neue aufführungspraktische Fähigkeiten gefordert. Sie müssen die Fähigkeit aufeinander zu hören und zu reagieren zwar im Bezug auf Intonation, Klangausgleich und Anpassung der Lautstärke beibehalten, aber im Bezug auf die rhythmische und metrische Synchronisation unterdrücken. Gerade eingespielte Ensembles, die sich über Jahre eine wachsame und sensible kammermusikalische Kommunikation erarbeitet haben, nehmen dieses ›nicht mehr zusammenspielen dürfen‹ stark wahr, während es für Musiker·innen mit Erfahrung im Umsetzen von rhythmisch komplexen Partituren der Neuen Musik kaum ein Problem ist.

Auch das Publikum bemerkt die Vereinzelung der Ausführenden und lässt sich davon irritieren. Oft überträgt sich auch das Gefühl einer großen Angespanntheit, weil die Musiker·innen ausschließlich und sehr konzentriert auf den Bildschirm blicken. Dieser denaturierte Zustand des gemeinsamen Musizierens kann als visuell störend empfunden werden, bis zu dem Punkt, dass das Zuschauen unangenehm wird und man lieber mit geschlossenen Augen zuhören möchte. Wenn das Ensemble jedoch nicht auf dem Konzertpodium sitzt, sondern die Spielenden räumlich und genügend weit voneinander entfernt platziert sind, stellt sich die Vereinzelung viel weniger problematisch dar. Bei einer räumlichen Vereinzelung wird auch die kammermusikalische Vereinzelung akzeptiert. Offensichtlich wird bei räumlichen Aufstellungen die Erwartung, wie eine kammermusikalische Kommunikation auszusehen habe, nicht enttäuscht. Auch aus der Sicht der Ausführenden mildert sich bei größerer Entfernung die Widersprüchlichkeit

29 Im Gespräch mit dem Autor nach dem Konzert vom 6. Dezember 2019.

der auditiven und visuellen Stimuli, die sie in tempopolyphoner Musik von den anderen Musiker·innen empfangen.

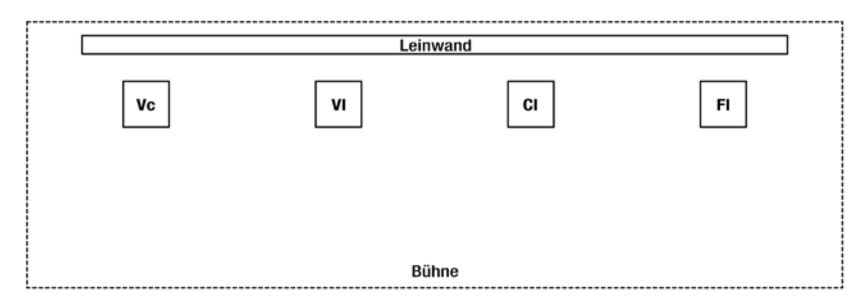
Durch den Aspekt der Vereinzelung kann jedoch noch eine weitere Ausdrucksqualität entstehen. Durch das Fehlen der kammermusikalischen Kommunikation, dadurch dass Körperbewegungen (Wiegen im Takt) und Gesten (Einsätze und Zeichen an die anderen Musizierenden) weitgehend ausbleiben, entsteht eine gewisse Statik. Statt diesen Zustand sofort als ›Entfremdung‹ negativ zu konnotieren, kann er auch neutral als ›Zurücknahme des Ausdrucks‹ bezeichnet werden. Tatsächlich passt eine solche Zurücknahme gut zu Stücken, die auch klanglich ruhig und kontemplativ sind. Kammermusikalische Kommunikation führt in einer Musik, in der sich kein Puls vermittelt, oft zu Aktivität, die nichts mit dem musikalischen Inhalt zu tun hat, sondern bloß eine ›organisatorische Gestik‹ ist, die dafür sorgt, dass die Musik rhythmisch zusammenbleibt. Von dieser Warte betrachtet, kann die technikgestützte Tempovermittlung die Ausführung der Musik von unnötigem Gestikulieren befreien und zu einer äußerst konzentrierten Darbietung führen.

Karin Wetzels *Seiltanz* ist ein Stück, dessen Ausdrucksqualitäten nicht in einer nach außen gekehrten Rhythmik liegen. Dass dieses Stück tempopolyphon ist, erschließt sich dem Publikum nicht direkt; die unterschiedlichen Tempi der vier Instrumente sind nicht hörbar. Es handelt sich bei *Seiltanz* um ein ruhig fließendes, auf dem Klangreiz von Multiphonics beruhendes Stück. Dass die Bühnenpräsenz der Musiker·innen von Statik geprägt ist, passt somit gut zum Charakter der Musik. Dasselbe gilt für Cameron Grahams gut 20-minütige Komposition *abide within plenitude* für vier Instrumente mit Ton- und Videozuspiel. Hier ist die Vereinzelung der Musiker·innen durch die Aufstellung in großen Abständen in einer Reihe auf der Bühne noch zusätzlich verstärkt (Abb. 7.15). Graham bezeichnet seine Arbeiten als Experimente, bei denen »neue Sinneserfahrungen angeregt werden«, und sucht mit *abide within plenitude* den Punkt, »an dem das Optische und das Akustische kaum mehr unterschieden werden können«.[30] Mit einer statischen Klanglichkeit und der Projektion von leinwandfüllenden, allmählich changierenden Farben erzeugt er eine beinahe rituell anmutende Atmosphäre. Eine jegliche Interaktion der Musiker·innen wäre hier eine unpassende Ablenkung.

Die Beobachtung einer direkten Gegenüberstellung von Maschinendirigat und kammermusikalischer Interaktion ermöglicht Mathieu Corajods Werk *Critical Control Points*, bei dem für einen 26 Takte langen Abschnitt die technische Tempoanzeige unterbrochen wird und das Ensemble selbständig weiterspielt. In diesem Abschnitt gilt für alle dasselbe Tempo und es handelt sich um ein klanglich subtil verwobenes Duo für Saxophon und elektrische Gitarre mit vereinzelten Einwürfen von Klavier und Schlagzeug. Eine technikgestützte Tempovermittlung drängt

30 Cameron Graham im Programmheft zur Uraufführung am 6. Dezember 2019.

Abbildung 7.15: Bühnenplan für Cameron Grahams abide within plenitude.



sich für diesen Abschnitt gar nicht auf. Es zeigt sich also, dass mit der technischen Tempoanzeige flexibel umgegangen werden kann, indem sie auch innerhalb eines zusammenhängenden Musikstücks je nach Bedarf aus- und wieder eingeschaltet wird. Bei *Critical Control Points* geschieht dies fließend und die Musik geht nahtlos weiter. Zwar ist an jener Stelle zu erkennen, dass ein neuer Formteil beginnt, aber der allgemeine Tonfall und die rhythmische Faktur der Musik verändert sich kaum. Was jedoch bei der Aufführung des Stücks an dieser Stelle deutlich auffiel, war die plötzliche Rückkehr aller körperlichen Anteile der kammermusikalischen Kommunikation. Die Bewegungen der Ausführenden wurden rhythmisch explizit, nicht nur bei den beiden Duopartnern, sondern auch bei den beiden anderen, weniger beschäftigten Musikern, von denen einer auch andeutungsweise die Rolle eines Dirigenten übernahm.

Es lässt sich also festhalten, dass nicht alle Effekte der technikgestützten Tempovermittlung zu Ausdruckqualitäten führen, die unmittelbar mit den zeitbezogenen Aspekten der Musik zu tun haben. Da es sich bei diesen Effekten nicht direkt erschließt, welche Funktion die technikgestützte Tempovermittlung hat – weder hört man die Tempi, noch bemerkt man eine offensichtliche Koordination –, sind sie dem Publikum viel schwieriger zu vermitteln.

8. Kompositionspraxis: Prozesse des Komponierens und Schreibens

> […] jeder Komponist weiß heute, daß die kompositorische Arbeit zum großen Teil vom gewählten graphischen System bestimmt wird.
> *Karlheinz Stockhausen*[1]

Bei den Werken, die im Rahmen der Studie entstanden sind, handelt es sich um traditionell notierte Instrumentalmusik. Damit bietet es sich an, einen Zugang zu diesen Werken über ihre Schriftlichkeit zu suchen und die verschiedenen Notate, Skizzen ebenso wie Reinschriften zu betrachten. Alle beteiligten Komponist·innen erhielten den Auftrag, sich mit tempopolyphonen Strukturen auseinanderzusetzen und die zur Verfügung stehenden technischen Mittel, die in Kapitel 6 beschrieben wurden, zu nutzen. Die Notate dokumentieren damit, wie tempopolyphone Strukturen ausgedacht und disponiert wurden. Abgesehen von dem Einblick, den man so in die individuellen Denkweisen der Komponist·innen erhält, zeigt sich auch ein übergeordneter Sachverhalt: Für tempopolyphone Musik ist die traditionelle Notenschrift nicht gut geeignet. Sie schafft Probleme, die sich dem Arbeitsprozess geradezu entgegenstellen. Wenn man davon ausgeht, dass die Notation für Komponist·innen eine wichtige Methode zur Ideenfindung ist, muss man annehmen, dass sich die Schwierigkeiten bei der Notation tempopolyphoner Musik auch auf die Imagination, Konzeption und Konstruktion der Musik auswirken. Es drängt sich also auf, zunächst einmal grundsätzlich über das Verhältnis von Notenschrift und Tempopolyphonie nachzudenken. Auf dieser Basis können dann die einzelnen Werke betrachtet werden.

1 Karlheinz Stockhausen: *Musik und Graphik*, in: *Texte zur elektronischen und Instrumentalen Musik: Aufsätze 1952–1962* zur *Theorie des Komponierens*, Köln: DuMont 1963, S. 176–188, hier S. 178.

8.1 Das Notationssystem als Handlungsraum

Die abendländische Kunstmusik ist geprägt von ihrer Schriftkultur. Die musikalische Schrift ist jedoch nicht nur ein Zeichensystem, das der Archivierung und Kommunikation des musikalischen Klanges dient,[2] sondern sie prägt auch den Kompositionsprozess. Die Vorstellung, dass Komponist·innen ihre Musik im Kopf vollständig bis zur letzten Note ausformulieren und erst dann im Akt des Niederschreibens in einem Zug zu Papier bringen, ist naiv. Der Akt des Schreibens selbst ist ein Bestandteil des musikalischen Erfindens; viele nebulöse, amorphe und unzusammenhängende Klangvorstellungen werden erst im Verlauf des Notierens geschärft, viele musikalische Gedanken überhaupt erst verfertigt.[3] In diesem Sinne ist das Notationssystem ein Denk- und Handlungsraum.[4]

Dass die Schrift neben ihrer Semantik auch eine Operativität besitzt, wurde in der Forschung zur Schriftbildlichkeit, die auch die kreative, explorative und kognitive Rolle der Schrift betrachtet, konzeptualisiert.[5] Als Beispiele für die Operativität der Schrift werden gerne das Lösen von Kreuzworträtseln, das schriftliche Rechnen oder das Umformen von mathematischen Gleichungen angeführt, weil sich gerade dabei eine Verwendung von Schrift zeigt, die über das bloße Festhalten von Information hinausgeht. Ein wichtiger Aspekt dieser Operativität liegt darin, dass eine Externalisierung stattfindet, dass Prozesse ›aus dem Kopf‹ ausgelagert und Zeichen nach syntaktischen Regeln manipuliert, variiert und rekombiniert werden können.[6] Dadurch können Konzepte ausgebildet und neue Zusammenhänge hergestellt werden. Zudem kommt auch der Selbstlektüre eine wichtige Funktion zu: Sie wirkt als produktive Kraft, indem das Lesen des selbst Geschriebenen hilft, die eigenen Gedanken zu überprüfen und weiter zu formen.[7]

---

2 Streng genommen kann das eigentlich nur die Schallaufzeichnung.

3 Rainer Nonnenmann: *Invention durch Notation. Von der Verfertigung musikalischer Gedanken beim Schreiben*, in: NZfM 169 (2008), S. 20–25.

4 Für eine ausführliche Konzeptualisierung der Funktionen, die (nicht nur spezifisch musikalische) Notate in kreativen Prozessen ausüben, vgl. Fabian Czolbe: *Notationale Eigenheiten als Handlungsinitiativen in kreativen Prozessen*, hg. von Fabian Czolbe/David Magnus, Würzburg: Königshausen & Neumann 2015.

5 Vgl. Sybille Krämer/Eva Cancik-Kirschbaum/Rainer Totzke (Hg.): *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen*, Berlin: Akademie 2012.

6 Vgl. Elena Ungeheuer: *Schriftbildlichkeit als operatives Potential in Musik*, in: Sybille Krämer/Eva Cancik-Kirschbaum/Rainer Totzke (Hg.): *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen*, Berlin: Akademie 2012, S. 167–182, hier S. 170.

7 Vgl. Otto Ludwig: *Lesen, um zu schreiben: ein schreibtheoretischer Aufriss*, in: Davide Giuriato/Martin Stingelin/Sandro Zanetti (Hg.): *»Schreiben heißt: sich selber lesen« Schreibszenen als Selbstlektüren*, München: Willhelm Fink 2008, S. 301–311.

Die Erfindung der Notenschrift ist zentral für die Entwicklung der abendländischen Kunstmusik. Durch die Notenschrift konnte ein Repertoire fixiert und verbreitet werden und es entstanden musiksoziologische Strukturen wie die Trennung von Komponist und Interpret. Zudem standen die Entwicklungen der musikalischen Notation und des kompositorischen Denkens in einem Verhältnis wechselseitiger Beeinflussung: Ebenso wie für die Erfordernisse der musikalischen Praxis Formen der schriftlichen Darstellung gefunden werden mussten, eröffneten sich durch jede Innovation der Notation auch Möglichkeiten für neue kompositorische Konzepte. Historisch zeigt sich die Wechselwirkung zwischen musikalischem Denken und den Entwicklungen der Notenschrift besonders eindrücklich in der Epoche der Mensuralnotation (13.–16. Jahrhundert).[8] Konzepte wie beispielsweise der Prolationskanon hätten ohne die spezifischen Möglichkeiten der mensuralen Rhythmusnotation gar nicht entstehen können.

Die Konstruktion musikalischer Zusammenhänge ist – zumindest ab einem gewissen Komplexitätsgrad – ohne Notation nicht denkbar. Nur mit Elementen, die sich schriftlich festhalten lassen, kann kompositorisch gearbeitet werden.[9] Die Notation beeinflusst auch, was sich Komponist·innen überhaupt vorstellen können, denn die Vorstellung, so spitzt es Karlheinz Stockhausen zu, ist immer darauf eingeschränkt, was ein *optisches Zeichensystem* überhaupt übermitteln kann.[10] In einer solchen Äußerung kommt natürlich auch zum Ausdruck, wie in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg eine Phase des Experimentierens mit der Notation begann und die traditionelle Notenschrift, die als unangemessen angesehen wurde, neue Weisen der Klangerzeugung oder Formbildung abzubilden, um etliche neue Zeichen und Darstellungsformen bereichert wurde.[11]

Um als außenstehende Person einen Einblick in die von der Schriftlichkeit gestützten Arbeits- und Denkprozesse zu erhalten, muss man sich auf Äußerungen der Komponist·innen beziehen oder im Skizzenmaterial nach Spuren suchen. Für Letzteres schlägt Fabian Czolbe vor, die etablierten Methoden der musikwissenschaftlichen Skizzenforschung mit den jüngeren Konzepten der Schriftbildlich-

8 Vgl. Wolfgang Fuhrmann: *Notation als Denkform. Zu einer Mediengeschichte der musikalischen Schrift*, in: Karin Bicher/Jin-Ah Kim/Jutta Toelle (Hg.): *Musiken. Festschrift für Christian Kaden*, Berlin: Ries & Erler 2011.

9 Christian Grüny: *Notieren*, in: Jens Badura et al. (Hg.): *Künstlerische Forschung. Ein Handbuch*, Zürich: Diaphanes 2015, S. 185–188, hier S. 186.

10 Stockhausen: *Musik und Graphik*, S. 178 (Hervorhebung im Original).

11 Vgl. Erhard Karkoschka: *Das Schriftbild der Neuen Musik*, Celle: Hermann Moeck 1966; Carl Dahlhaus: *Notenschrift heute*, in: Ernst Thomas (Hg.): *Notation Neuer Musik (= Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik 9)*, Mainz: Schott 1965, S. 9–34; Heidy Zimmermann: *Notationen Neuer Musik zwischen Funktionalität und Ästhetik*, in: Hubertus von Amelunxen/Dieter Appelt/Peter Weibel (Hg.): *Notation. Kalkül und Form in den Künsten*, Berlin: Akademie der Künste 2008, S. 198–211; reich bebildert: Theresa Sauer, Notations 21, New York: Mark Batty Publisher 2009.

keitsforschung zu kombinieren.[12] Um in dieser Hinsicht zu einer Systematisierung zu gelangen, unternimmt Czolbe den Versuch, die Handlungen der Verschriftlichungsprozesse zu klassifizieren. Dabei trifft er Unterscheidungen im Hinblick auf die kreative Leistung der Handlungen. Eine erste Unterscheidung betrifft intentionale Handlungen, denen eine bewusste Motivation zugrunde liegt, und nicht intentionale, also passive oder reaktive Handlungen, die ebenfalls zahlreich auftreten, sich aber viel weniger scharf analytisch fassen lassen.[13] Die intentionalen Handlungen werden weiter differenziert in generierend, formend und anordnend.[14] Um zu beschreiben, ob die Handlung auf ein Ziel ausgerichtet ist oder nicht, wird das Begriffspaar finalisiert und nicht finalisiert verwendet.[15] Diese Unterscheidung ist insofern interessant, als kreative Prozesse tatsächlich zwischen nicht finalisierten und finalisierten Handlungen oszillieren: Immer wieder folgt auf Phasen, in denen mehr oder weniger ziellos ausprobiert und rekombiniert wird, ein Eingrenzen und schließlich die Entscheidung, mit einer bestimmten Alternative weiterzuarbeiten. Nicht finalisierte Handlungen gehen also stets in finalisierte über.

Wie die musikalische Schrift das kompositorische Denken prägt, zeigt sich in verschiedener Weise. Ebenso wie die Schrift das kreative Handeln befördert, kann sie es auch einschränken. Jede Notationsform, ob es sich um Mensuralnotation, moderne Notenschrift oder Schriftexperimente des 20. Jahrhunderts handelt, weist strukturelle Grenzen auf und eignet sich damit nur für die Darstellung bestimmter kompositorischer Konzepte. In welcher spezifischen Weise sich dies im Zusammenhang mit experimentellen Tempodispositionen auswirken kann, soll in der Folge diskutiert werden. Insbesondere stellt sich die Frage, wie Komponist·innen die Darstellung der zeitlichen Aspekte der Musik (Rhythmus, Metrum, Tempo) handhaben, wenn es sich um tempopolyphone Musik handelt, bei der verschiedene Tempi und damit verschiedene Zeitmaßstäbe gleichzeitig dargestellt werden müssen.

Zeitdarstellung in musikalischen Notaten

Musik als ephemere Kunstform benötigt ein Notationssystem, das die zeitliche Ordnung der Ereignisse differenziert festhalten kann. Dies hat auch aus der Perspektive des Komponierens eine ganz besondere Bedeutung. Nur mit einem Arbeitsmittel, das die zeitliche Flüchtigkeit bannt, kann ein Konstruieren überhaupt stattfinden.[16] Der Zeitdarstellung kommt im musikalischen Notat also eine signifikante

12 Vgl. Fabian Czolbe: *Schriftbildliche Skizzenforschung zu Musik. Ein Methodendiskurs anhand Henri Pousseurs Système des paraboles*, Berlin: Mensch und Buch 2014.

13 Czolbe: *Notationale Eigenheiten als Handlungsinitiativen in kreativen Prozessen*, S. 99.

14 Ebd.

15 Ebd., S. 100.

16 Ungeheuer: *Schriftbildlichkeit als operatives Potential in Musik*, S. 175.

Bedeutung zu. Dazu sollen zunächst einige grundsätzliche Überlegungen angestellt werden, um in einem weiteren Schritt die Möglichkeiten und Grenzen der Notation von nichtsynchronen Tempostrukturen erkennen zu können.

Eine der bildlichen Eigenschaften der Schrift ist ihre räumliche Gerichtetheit. So zeichnen sich beispielsweise die Schriftkulturen Europas dadurch aus, dass sie vorrangig horizontal, von links nach rechts, orientiert sind.[17] Diese Orientierung bestimmt die primäre Leserichtung und gibt damit auch die Zeitachse vor. Die einzelnen auf dieser Zeitachse dargestellten Symbole bezeichnen diskrete Punkte im Zeitfluss und ihr Nebeneinander im Raum stellt ein Nacheinander in der Zeit dar.

Eine weitere, für die hier vorgenommenen Betrachtungen ebenfalls wichtige Eigenschaft der Schrift ist, dass sie Manipulationen entlang der Zeitachse erlaubt. Diese Eigenschaft tritt zum Vorschein, wenn die in der Räumlichkeit der Schrift codierte Darstellung der Zeit mit dem Aspekt der Operativität kombiniert wird. Wie gut lässt sich ein Wort rückwärts aussprechen oder eine Melodie rückwärts spielen? Mit der Hilfe der Schrift, die eine Umkehr der linearen Ordnung der Symbole zulässt, ist dies einigermaßen problemlos möglich. Nach Friedrich Kittler ist es konstitutiv für alle Medien, dass sie *Zeitachsenmanipulation* erlauben.[18] Sie entheben damit die Zeit von ihrer Irreversibilität und machen sie durch Räumlichkeit wiederholbar und umstellbar. »Medien sind Techniken, um durch Strategien der Verräumlichung die Ordnung dessen, was in der Zeit abläuft, manipulierbar zu machen.«[19] In Bezug auf Musik lassen sich ohne Weiteres Beispiele für kompositorische Operationen finden, bei denen der zeitliche Ablauf manipuliert wird: Krebsgänge, Augmentationen oder Diminutionen,[20] die alle ganz wesentlich auf Schriftlichkeit beruhen.

Eine Besonderheit des musikalischen Notats liegt darin, dass der Zeitverlauf nicht nur durch eine ›bedeutungstragende‹ räumliche Anordnung der Symbole dargestellt wird, sondern auch durch die Symbole selbst. Die Rede ist hier von den graphischen Differenzierungen, mit denen Notenwerte ausgedrückt werden. Der Notenwert, das wichtigste Mittel zur Darstellung der Zeit, an der die Note erklingt, ist eine semantische Eigenschaft der Schriftzeichen.[21] Damit ist es in

---

17 Czolbe: *Notationale Eigenheiten als Handlungsinitiativen in kreativen Prozessen*, S. 88.

18 Krämer/Cancik-Kirschbaum/Totzke (Hg.): *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen*, S. 21.

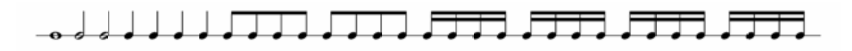
19 Sybille Krämer: *Friedrich Kittler – Kulturtechnik der Zeitachsenmanipulation*, in: Alice Lagaay/David Lauer (Hg.): *Medientheorien. Eine philosophische Einführung*, Frankfurt am Main: Campus 2004, S. 201–224, hier S. 206.

20 Vgl. hier insbesondere auch Olivier Messiaen: *Technique de mon langage musical*, Paris: Alphonse Leduc 1944.

21 Natürlich gibt es auch musikalische Notate, die nicht mittels Notenwerten mensuriert sind. Es sind dies verschiedene Formen von graphischer Notation, inkl. Space-Notation. Da aber ohne Notenwerte kein Bezug auf einen Puls und damit auf ein Tempo als Bezugsgröße existiert, stehen solche Notate hier nicht zur Debatte.

der musikalischen Notation auch nicht zwingend notwendig, dass die Strecken auf der Abbildungsfläche den Zeiteinheiten immer proportional entsprechen. Abb. 8.1 zeigt dies beispielhaft: Trotz verschiedener Notenwerte sind die räumlichen Abstände zwischen den Noten völlig regelmäßig. Der Rhythmus kann ohne Weiteres gelesen werden.[22] Die Freiheit von der Notwendigkeit, zeitlich proportional notieren zu müssen, vereinfacht das Aufschreiben von Musik. Es ist nicht nötig, sich um mehr als ein ›Vorher-Nachher‹ der Symbole zu kümmern, die präzise zeitliche Ordnung ergibt sich aus den Notenwerten.

Abbildung 8.1: Notat mit regelmäßigen Abständen zwischen den Noten.



Die Partitur

In mehrstimmiger Musik kann die räumliche Anordnung der Symbole auch dafür verwendet werden, darzustellen, wie die Stimmen aufeinander bezogen sind. Dies wird erreicht, indem alle Stimmen erstens im gleichen Lesebereich abgebildet sind, zweitens dieselbe Zeitachse und denselben Zeitmaßstab verwenden und drittens die Symbole so platziert werden, dass sich ihre Koordination ablesen lässt. Eine solche synoptische Darstellung wird als Partitur bezeichnet. Aufgrund der gemeinsamen Zeitachse müssen gleichzeitig in verschiedenen Stimmen stattfindende Ereignisse senkrecht übereinander angeordnet sein, weshalb der Platzbedarf der Stimme mit den kürzesten Notenwerten die Anordnung bestimmt und die längeren Notenwerte proportional dazu ausgerichtet werden.

Eine der bildhaften Qualitäten der Partitur liegt darin, dass sie ermöglicht, sich beim Lesen einen Überblick zu verschaffen, musikalische Verläufe zu erkennen und verschiedene Passagen miteinander vergleichen zu können.[23] Komponist·innen machen sich diese Qualität zunutze, indem sie die Partiturdarstellung zur Ausarbeitung ihrer mehrstimmigen Musik verwenden, und dies selbst dann, wenn die Musik aus praktischen Gründen schließlich in Einzelstimmen notiert wird. Die Schrift zeigt in der Partiturdarstellung eine spezifische Operativität. Dies erwähnt schon im 16. Jahrhundert der Musiktheoretiker Auctor Lampadius, wenn er in seinem *Compendium musices* die *tabula compositoria* beschreibt, eine

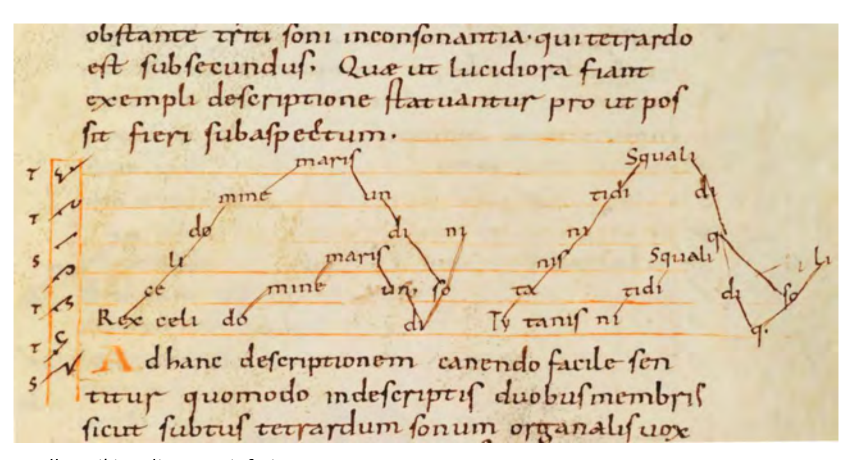
22 Zur besseren Leserlichkeit wird die Proportionalität zumindest tendenziell eingehalten, eine Viertelnote bekommt mehr Platz als eine Sechzehntelnote, aber nicht zwingend viermal soviel. Zur rhythmischen Platzierung der Noten im professionellen Notensatz vgl. Elaine Gould, *Hals über Kopf*, dt. Fassung von Arne Muss und Jens Berger, London: Faber, 2014, S. 42 ff.

23 Grüny: *Notieren*, S. 186.

aus Holz oder Schiefer gefertigte Tafel mit einem eingeritzten Zehnliniensystem (einer *scala decemlinealis)*, die zum Skizzieren und Ausarbeiten von Mehrstimmigkeiten verwendet wurde.[24]

Auch für das analytische Lesen von Musik ist die Partitur nützlich aufgrund der Übersicht, die sie vermittelt.[25] Die älteste erhaltene Partiturdarstellung findet sich in der theoretischen Schrift *Musica enchiriadis* (um 900). Hier stellt eine Abbildung den Stimmverlauf des Parallelorganums graphisch dar. Das Notationsbild ist ein Koordinatensystem, auf der Ordinate sind die Tonhöhen in Dasia-Zeichen angegeben, auf der Abszisse die Zeit, symbolisch diskretisiert durch die Textsilben (Abb. 8.2). Es handelt sich dabei aber nicht um eine Schrift für die musikalische Praxis. Diese Abbildung richtete sich an den Analytiker und hatte die didaktische Zielsetzung, ein musikalisches Phänomen zu erläutern.

Abbildung 8.2: Darstellung eines Organums in der theoretischen Schrift Musica enchiriadis.



Quelle: Wikimedia, gemeinfrei.

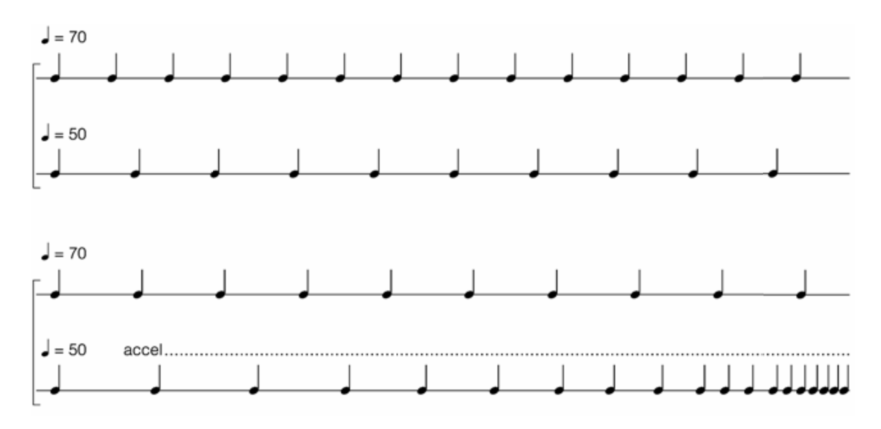
Alles, was zu tempomonophonen Partituren gesagt werden kann, gilt auch für tempopolyphone Partituren: Die Stimmen werden im gleichen Lesebereich abgebildet, es gibt eine gemeinsame Zeitachse und die kleinsten Notenwerte geben den Platzbedarf vor. Der große Unterschied liegt darin, dass die Stimmen nicht mehr bloß anhand ihrer Notenwerte graphisch zueinander koordiniert werden können. Nun muss mitberücksichtigt werden, dass das Tempo bestimmt, wie

24 Vgl. Siegfried Hermelink: *Die Tabula compositoria. Beiträge zu einer Begriffsbestimmung*, in: *Festschrift für Heinrich Besseler*, Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Musik 1961, S. 221–230.

25 Dies ist auch der Grund, weshalb Studienpartituren im Taschenbuchformat gedruckt werden und z. B. der darauf spezialisierte Verlag Eulenburg erfolgreich war.

sich Notenlänge und Notendauer zueinander verhalten. Solange das Tempo für alle Stimmen dasselbe ist, kann es beim Notieren vernachlässigt werden; ist es für alle Stimmen verschieden, wird es zu einem bestimmenden Faktor. Bei der Partiturdarstellung von tempopolyphoner Musik reicht das bloße Nebeneinander von mensurierten Notensymbolen nicht mehr zur Darstellung der zeitlichen Ordnung aus. Vielmehr muss zu einer präzisen, zeitproportionalen (d. h. maßstäblichen, analogen) Abbildung übergegangen werden. Dies bedingt, dass die absolute räumliche Position jedes Notenzeichens bestimmt werden muss, indem der Notenwert mit einem aus dem Verhältnis der verschiedenen Tempi hergeleiteten Proportionalitätsfaktor multipliziert wird. So etwas ist nur bei einfachsten, ganzzahligen Tempoverhältnissen mühelos im Kopf zu bewältigen. Bei komplexeren Tempoverhältnissen oder wenn es sich um mehr als nur zwei Tempi handelt, wird es rechnerisch ziemlich anspruchsvoll. Dies gilt insbesondere auch für dynamische Tempopolyphonien, d. h. bei unabhängiger Beschleunigung oder Verlangsamung der Tempi (Abb. 8.3). Eine Partitur, die in adäquater Weise die Gleichzeitigkeit von mehreren verschiedenen Tempoströmen darstellen soll, ist eine graphische Herausforderung.

Abbildung 8.3: Oben: Notation einer statischen Tempopolyphonie (trivial), unten: Notation einer dynamischen Tempopolyphonie.



An dieser Stelle muss auch erwähnt werden, dass gängige Notensatzprogramme, die bei traditionellen tempomonophonen Partituren für die horizontale Ausrichtung der Noten eine große Hilfe sind, bei tempopolyphonen Partituren keinerlei Unterstützung bieten. Im Gegenteil: Sie verunmöglichen die Darstellung gewisser Tempokonstellationen und erzwingen damit, dass oft abenteuerliche technische Tricks angewendet werden müssen, falls man nicht auf den Computernotensatz verzichten möchte. Auch Programmierumgebungen für algorithmische

Komposition bieten bei der Notendarstellung von (insbesondere dynamischen) Tempopolyphonien nur Teillösungen.[26]

Vor dem Hintergrund dieser Schwierigkeiten stellt sich die Frage, in welcher Weise die Schriftlichkeit in tempopolyphoner Musik eine Operativität entfaltet, in welchen Punkten sie sich anders auswirkt als in tempomonophoner Musik und wo hier Potenziale auszumachen sind. Wie auch immer Komponist·innen damit umgehen, auf jeden Fall führt es zu spezifischen Arbeits- und Denkprozessen, die sich der Musik aufprägen.

8.2 Werkbeispiele

Im Folgenden werden die Notate einiger Werke betrachtet, die im Rahmen der Fallstudie entstanden sind. Die Herausforderungen, die die Notation von tempopolyphoner Musik bietet, wurden von den Komponist·innen in verschiedener Weise angegangen; sie wurden – teils mit erheblichem Aufwand – gelöst, sie waren Anlass für neue Arbeitsmethoden, die selbst wieder ein produktives Potenzial aufweisen, oder sie provozierten Vermeidungsstrategien, mit denen die Komponist·innen gewissen Problemen ausweichen konnten. Bei den Notaten, die im Laufe der Kompositionsprozesse entstanden sind, handelt es sich um Skizzen und Reinschriften. Sie stehen somit für verschiedene Stadien der Ausarbeitung eines Werks und lassen sich, mit einem Augenmerk auf ihre Funktion, wie folgt klassifizieren:

Materialskizzen dienen dazu, gewisse Details isoliert auszuarbeiten oder zu einem bestimmten Materialaspekt eine Auslegeordnung anzufertigen (z. B. eine Liste von Multiphonics). Es besteht kein unmittelbarer Zusammenhang zur Zeitlichkeit der Musik, außer es werden hier – rein mathematisch, einzig auf der Basis von Zahlen – Temporelationen entworfen. Es handelt sich, um einen Begriff Xenakis' zu verwenden, um die Aufzeichnung von musikalischen Strukturen *hors-temps*.

Verlaufsskizzen stellen ebenfalls nur einen einzigen (oder einige wenige) Parameter isoliert dar. Es wird aber auch – zumindest in einer pauschalen Form – der zeitliche Verlauf dieser Parameter entworfen (z. B. die Entwicklung der Harmonik als eine Abfolge von Klängen). Da in Musik mit experimentellen Zeitstrukturen auch die Gestaltung des Tempos ein wichtiger kompositorischer Parameter ist, kann es sich hierbei auch um Notate handeln, mit denen die Abfolge von Tempowechseln oder die zeitliche Entwicklung der Temporelationen konstruiert werden.

Arbeitspartituren sind das Notat, in dem alle tonhöhen- und zeitbezogenen Parameter zu einer mehr oder weniger vollständigen musikalischen Gesamtheit zusammengefügt werden. Die Operativität der Partiturdarstellung wird genutzt und das Zusammenklingen der Stimmen und die kontrapunktischen Beziehungen

26 Die derzeit flexibelste Lösung bietet die Bibliothek bach; https://www.bachproject.net.

werden entworfen. Für diese Partiturdarstellungen richten sich die Komponist·innen oft das Notenpapier ein und versehen es im Voraus mit einem Temporaster.
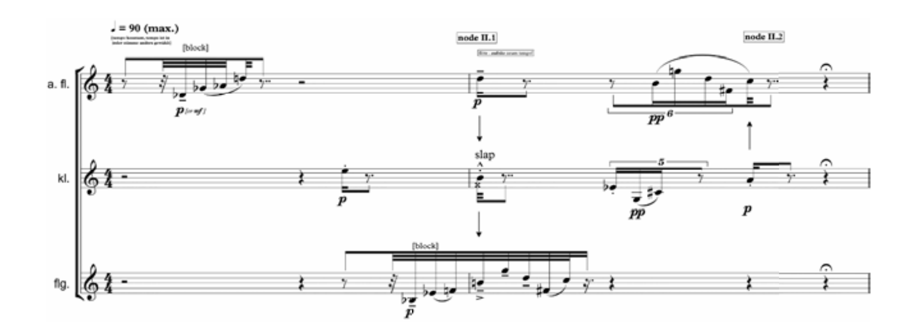
Reinschriften werden für die Aufführung der Musik verwendet. Ob sie von der Partitur *und* von den Einzelstimmen angefertigt werden, hängt von der Arbeitsweise und der kompositorischen Strategie der Komponist·innen ab. Gegebenenfalls reicht eine sauber geschriebene Arbeitspartitur und es werden nur die Einzelstimmen ins Reine geschrieben, sofern die Instrumentalist·innen nicht aus der Partitur spielen.

Vereinfachungen

Zunächst eine lapidare Feststellung: Tempopolyphonie ist für viele Komponist·innen ungewohnt. Das miteinander Musizieren ohne die Absicherung durch einen gemeinsam etablierten Puls ist unserer Musikkultur fremd. Selbst dann, wenn die Komponist·innen sich für experimentelle Tempostrukturen interessieren, bleibt das Vorhaben, solche Tempostrukturen selber zu entwerfen, den tempopolyphonen Kontrapunkt zu kontrollieren und die Musik in einer Partitur zu notieren, aufgrund der vielen Schwierigkeiten, die es mit sich bringt, einschüchternd. Dies kann dazu führen, dass – oft auch unwillkürlich – Verfahren gesucht werden, um diesen Herausforderungen auszuweichen. Solche Vermeidungs- und Vereinfachungsstrategien können darin bestehen, dass nur gewisse (kurze) Teile des Stücks tatsächlich tempopolyphon sind, oder darin, dass die Polyphonie und Harmonik so angelegt wird, dass ›alles mit allem‹ zusammenpasst.

Der Satz *useless machine* aus dem Werk *the same [not] the same* von André Meier besteht aus lauter ähnlichen Fragmenten, die einzeln nacheinander gespielt werden. Die Abfolge dieser Fragmente wird von einem Zufallsalgorithmus bestimmt, ebenso wie die individuellen Tempi der drei Instrumente. In jedem Fragment

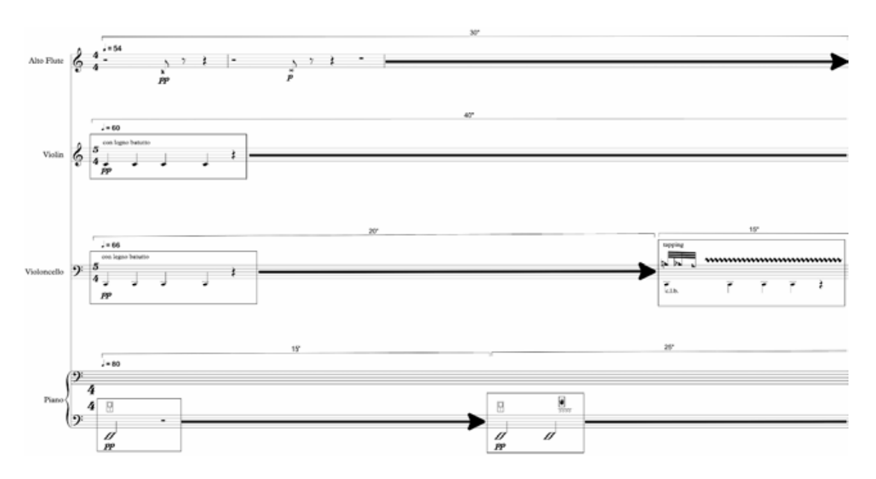
Abbildung 8.4: Eines der Fragmente aus André Meiers useless machine. *Die Instrumente spielen in individuellen Tempi, sind aber an den mit »node« bezeichneten Stellen koordiniert.*



treffen die Stimmen an einer oder zwei Stellen – in der Partitur mit »node« bezeichnet – zusammen (Abb. 8.4). Das kompositorische Konzept dieser Musik liegt im Spiel mit Ähnlichkeiten und kleinen – nicht zuletzt durch das Zufallstempo erzeugten – Varianten derselben Musik. Aufgrund der aus lauter Fragmenten zusammengesetzten Form wird eine großflächige Planung und Kalkulation einer komplexen Tempodisposition nicht nötig.

Das Werk *A Green Thing* von Angel Hernández-Lovera ist durchaus als tempopolyphone Musik wahrnehmbar, gerade zu Beginn werden die verschiedenen Tempi durch regelmäßige Rhythmen aus Viertelnoten deutlich dargestellt. Dennoch ist diese Musik in Schichten angelegt und damit bezüglich der kontrapunktischen Bezüge zwischen den Stimmen nicht detailliert ausgearbeitet (Abb. 8.5). Selbst für den als Reinschrift angefertigten Computernotensatz unterließ es der Komponist, irgendwelche Maßnahmen zu ergreifen, um das Notationsprogramm zu ›überlisten‹. Die verschiedenen Tempi wurden zwar rechnerisch berücksichtigt, was sich in der Anzahl der Wiederholungen oder in der Dauer, während der ein Muster wiederholt wird, zeigt. Aber graphisch sind alle Viertelnoten ohne Rücksicht auf das Tempo genau übereinander ausgerichtet, wie sich mit einem Lineal gut nachmessen lässt.

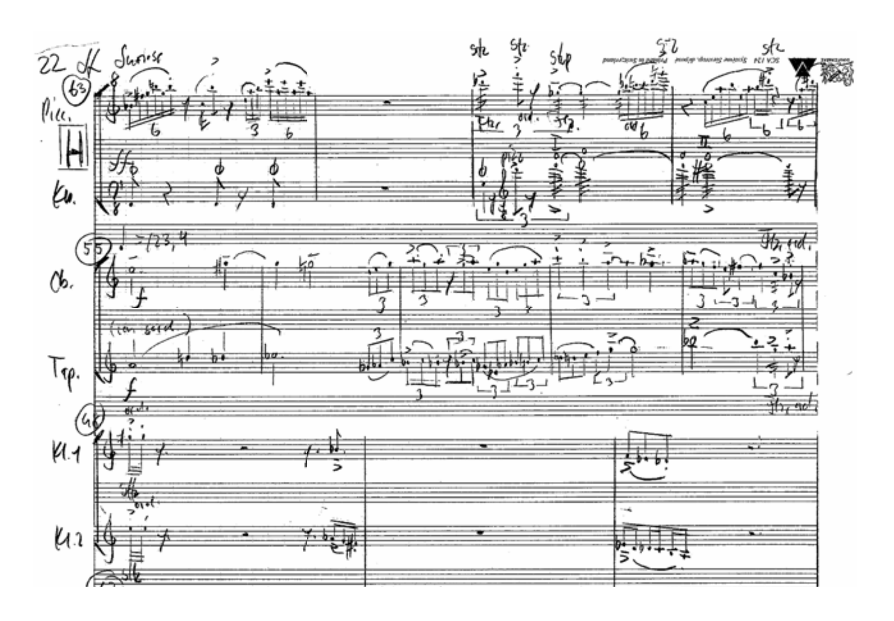
Abbildung 8.5: Erste Partiturseite von Angel Hernandez' A Green Thing.



Absicherung in der traditionellen Partitur

Bei Stefan Wirths Werk *Manduria* wird das Ensemble in sieben Kleinformationen aufgeteilt, die im Raum verteilt aufgestellt sind und in individuellen Tempi spielen. Die Tempoverhältnisse sind teils einfach gewählt (♩ = 72 : ♩ = 96, entspricht 3 : 4) teils etwas anspruchsvoller (♩ = 72 : ♩ = 123.4,[27] entspricht 7 : 12), aber es handelt sich immer um ganzzahlige Verhältnisse. Zudem zieht sich das Basistempo MM = 72 wie ein Rückgrat durch das ganze Stück; es ist immer in mindestens einer Instrumentengruppe präsent und alle anderen Tempi beziehen sich darauf. Damit besteht die Tempopolyphonie aus einer Überlagerung von Tempi, die sich mit ein bisschen Umsicht gut in traditioneller Notation darstellen lässt, z. B. drei 4/4-Takte im Tempo ♩ = 72 mit derselben Dauer wie vier 4/4-Takte im Tempo ♩ = 96. Dadurch gibt es überschaubare Konvergenzperioden und häufig zusammenfallende Taktstriche. Damit konnte Wirth die Übersichtlichkeit und Operativität der traditionellen Partitur nutzen und in gewohnter Weise handschriftlich vorgehen (Abb. 8.6). Es handelt sich um eine Arbeitspartitur; dass es keine Reinschrift ist,

Abbildung 8.6: Ausschnitt aus einer Partiturseite von Stefan Wirths Manduria. *Piccolo und Kontrabass im Tempo ♩ = 96, Oboe und Trompete im Tempo ♩ = 123.4, die Klarinetten 1 und 2 im Tempo ♩ = 72.*
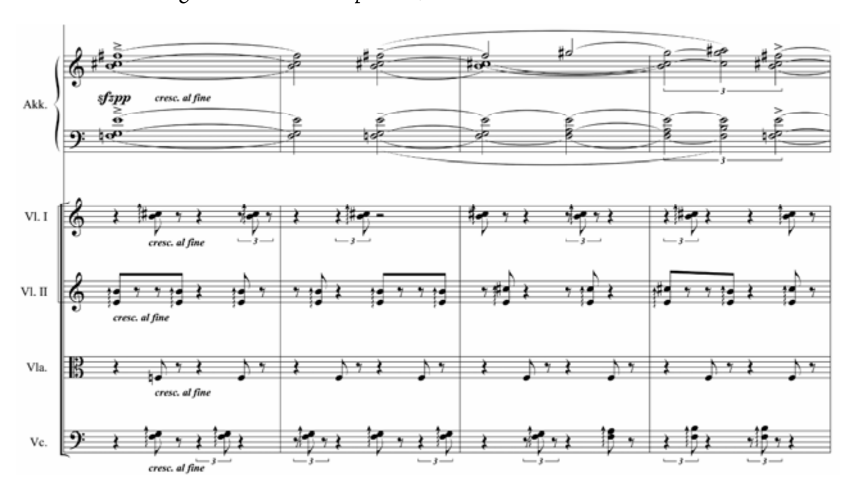


27 Eigentlich 123.4285714286, der Komponist rundet hier aus praktischen Gründen auf eine Stelle nach dem Komma.

sieht man an der Flüchtigkeit der Handschrift und an den Radierungen. Die Disposition der Tempi fand in einem vorausgehenden Arbeitsschritt statt und führte zu einer tabellarischen Aufstellung, die die Funktion einer Verlaufsskizze einnimmt (Abb. 8.7). Im letzten, *Choral* genannten Teil der Komposition offenbart

Abbildung 8.7: Verlaufsskizze für die Disposition der Tempi für Manduria.

			A ♩ = 56	C	D ♩ = 72		E F G ♩ = 56	H	I J K L ♩ = 72	♩ = 56	M N	O
Picc. Ob.	♩ = 72 1/8 + 1/4		8× 4/4	28× 4/4	1× 3/4		24× 4/4	28× 4/4	4/4 + 3/4	20× 4/4	20× 4/4	28× 4/4
Cb. Tp.	♩ = 72 1/8 + 1/4	/	/	♩ = 123,4 36× 4/4	♩ = 72 1× 3/4	/	♩ = 123,4 16× 4/4 (hört früher auf)	36× 4/4	♩ = 72 4/4 + 3/4	/	/	36× 4/4
Kl.1 Kl.2	♩ = 72 1/8 + 1/4	♩. = 72 7× 12/8	6× 12/8	21× 12/8	♩ = 72 1× 3/4	/	Einsatz bei G ♩. = 72 5× 12/8	21× 12/8	♩ = 72 4/4 + 3/4	♩. = 72 15× 12/8	15× 12/8	21× 4/4
Pos. Akk.	♩ = 72 1/8 + 1/4	/		/	♩ = 72 1× 3/4	/	/	/	♩ = 72 4/4 + 3/4	♩ = 90 18× 4/4	18× 4/4	2× 4/4 Neueinsatz bei 7 nach [illegible] 18× 4/4
Vl.1 Vl.2	♩ = 72 1/8 + 1/4	♩. = 72 7× 4/4	6× 4/4	21× 4/4	1× 3/4	8× 4/4	18× 4/4	21× 12/8	4/4 + 3/4	/	15× 4/4	21× 4/4
Va. Vc. Kb.	♩ = 72 1/8 + 1/4			Einsatz 5 nach C ♩ = 72 5× 4/4	1× 3/4	♩ = 50 8× 5/4	18× 5/4	21× 5/4	♩ = 72 4/4 + 3/4	15× 4/4	15× 4/4	6× 4/4 dann ♩ = 50 15× 5/4
Pno	♩ = 72 1/8 + 1/4			/	1× 3/4	Einsatz 3 vor E ♩ = 72 3× 4/4	18× 4/4	21× 4/4	4/4 + 3/4	15× 4/4	15× 4/4	21× 4/4

Abbildung 8.8: Ausschnitt aus einer Partiturseite von Manduria *mit allen Instrumenten im gemeinsamen Tempo* 𝅝 *= 36.*

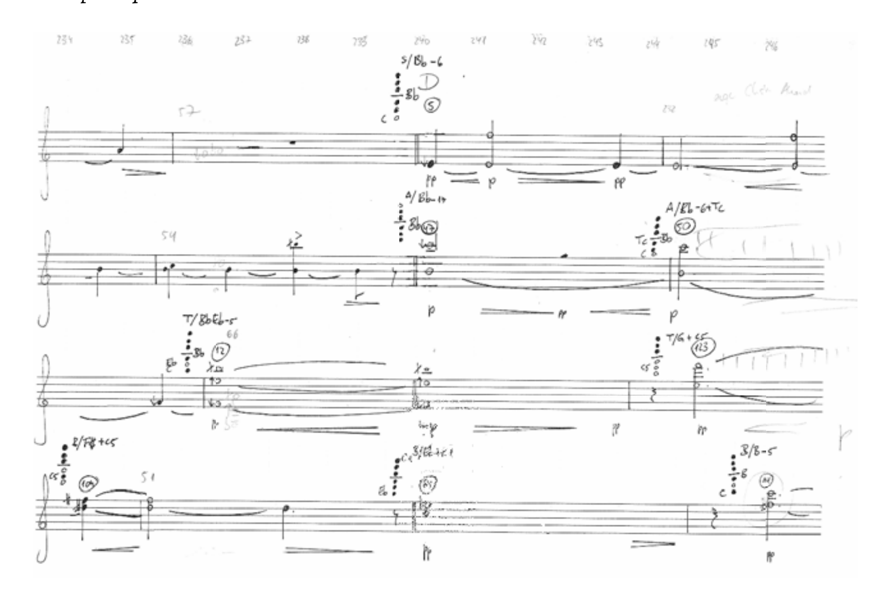


Wirt, dass die Tempopolyphonie ebenso gut auch notationsgebunden dargestellt werden kann. Für diesen Teil liegt eine Partiturreinschrift im Computernotensatz vor (Abb. 8.8). Es lassen sich die folgenden Tempi aus der Notation herleiten: erste Violine 36 x 12/7 = 61.7 (das ist die Hälfte von 123.4); zweite Violine 36 x 8/3 = 96; Viola 36 x 8/4 = 72; Cello 36 x 12/5 = 86.4.

Vorgefertigtes Notenpapier für die Arbeitspartitur

Karin Wetzel wählte für ihr Werk *Seiltanz* eine Überlagerung von vier nahe beieinander liegenden Tempi (♩ = 51, ♩ = 54, ♩ = 57, ♩ = 66). Diese Tempi stehen im Verhältnis 17 : 18 : 19 : 22 zueinander und deshalb kann diese Tempopolyphonie auch nicht mit Notenwerten dargestellt werden. Alle vier Stimmen sind in einem ›neutralen‹ 4/4-Takt notiert, damit ergibt sich nur alle 80 Sekunden ein gemeinsamer Taktstrich und die Komponistin setzt an diesen Stellen auch eine Studienziffer.[28] Das Stück durchläuft fünf vollständige Konvergenzperioden, die sechste bleibt unvollständig. Weil die Komponistin nicht auf die Operativität der handschriftlichen Partitur verzichten wollte, richtete sie sich für das ganze Stück Notenpapier mit millimetergenau platzierten Taktstrichen ein. Dieses Notenpapier diente als

Abbildung 8.9: Eine Seite aus der Arbeitspartitur von Karin Wetzels Seiltanz *für Saxophonquartett.*

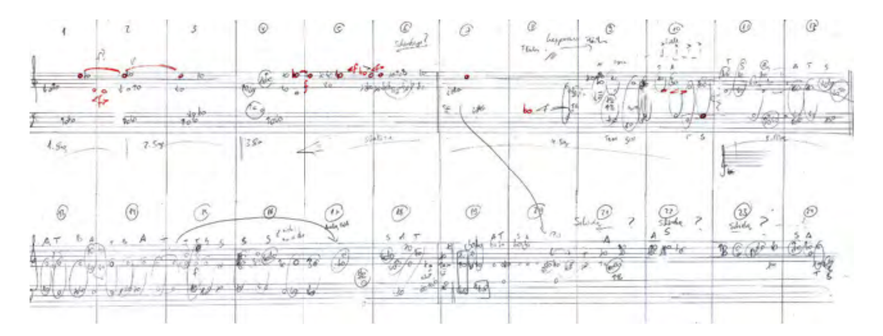


28 Einen gemeinsamen Taktschlag, d. h. eine gemeinsame Viertelnote gäbe es schon nach 20 Sekunden.

Grundlage für die Arbeitspartitur, mit der die Koordination aller musikalischen Details entworfen und überblickt werden konnten. Die Arbeitspartitur besteht aus 36 Seiten, jede Seite stellt eine Dauer von 13 Sekunden dar und über alle Seiten zieht sich ganz zuoberst eine Zeitleiste mit Angaben in Sekunden (Abb. 8.9). Um dieses Notenpapier überhaupt herstellen zu können, musste Wetzel schon früh im Arbeitsprozess das Tempogerüst ihrer Komposition fixieren.

Von *Seiltanz* existiert keine Reinschrift. Die Arbeitspartitur wurde gescannt, graphisch bereinigt (d. h. die Zeitleiste und Bleistifteintragungen gelöscht) und so den Musiker·innen übergeben. Abgesehen von der Arbeitspartitur verwendete Wetzel noch andere Schriftformate für die Ausarbeitung der klanglichen und harmonischen Entwicklung. Sie fertigte eine Materialskizze an, in der Form eine Liste von Multiphonics, wozu das Buch von Marcus Weiss und Giorgio Netti als Informationsquelle diente,[29] und suchte in dieser Liste nach gemeinsamen Tönen zwischen verschiedenen Multiphonics. Anschließend erstellte sie eine Verlaufsskizze, auf der sie Tonhöhen und harmonische Entwicklungen in einen zeitlichen, aber noch nicht konkret rhythmisierten Ablauf brachte (Abb. 8.10).

Abbildung 8.10: Verlaufsskizze für Seiltanz. *Die eingekreisten Nummern über dem Notensystem beziehen sich auf eine Seite der Arbeitspartitur.*



Carlos Hidalgo konstruierte für sein Werk *scorrevole fluido* eine stark ausdifferenzierte Tempostruktur, die aus häufig wechselnden und in allen Instrumenten zu jeder Zeit verschiedenen Tempi besteht. Außer dem Anfang und dem Ende des Stücks gibt es keine weiteren komponierten Koinzidenzen in dieser Tempostruktur. Hidalgo wollte damit die Selbständigkeit der Stimmen, die allein schon durch die verschiedenen Tempi in einem tempopolyphonen Tonsatz gegeben ist, auch auf der strukturellen Ebene erscheinen lassen. Für die Disposition dieser Tempostruktur verwendete er die Mittel der computerunterstützten Komposition:

29 Marcus Weiss/Giorgio Netti: *The Techniques of Saxophone Playing/Die Spieltechnik des Saxophons*, Kassel: Bärenreiter 2010.

In der Programmierumgebung *OpenMusic* (siehe Bildschirmfoto in Abb. 8.11) erzeugte er ein rhythmisches Raster, das den jeweiligen Taktarten entsprechend aus lauter Viertel- oder Achtelnoten besteht. Dieses Raster, als Graphik exportiert und ausgedruckt, diente Hidalgo als Grundlage für eine Arbeitspartitur, in der er die harmonischen, rhythmischen, dynamischen und klanglichen Details entwerfen und mit verschiedenen Zeichen und Kürzeln eintragen konnte (Abb. 8.12 und 8.13). Die definitive Ausarbeitung des Notentextes wurde nicht in dieser Arbeitspartitur vorgenommen, sondern direkt in den Reinschriften der Einzelstimmen, die im Computernotensatz erstellt wurden.

Abbildung 8.11: Bildschirmfoto. OpenMusic-Patch zur Konstruktion der Tempostruktur für Carlos Hidalgos scorrevole fluido.

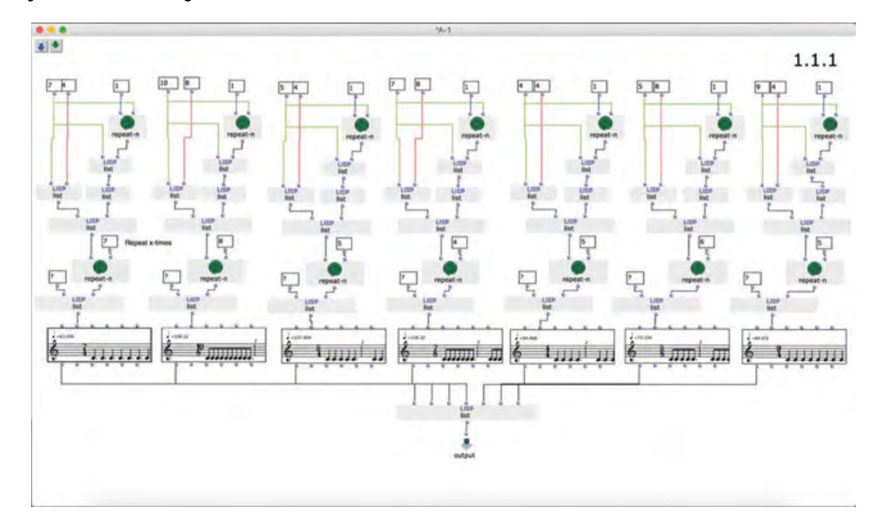
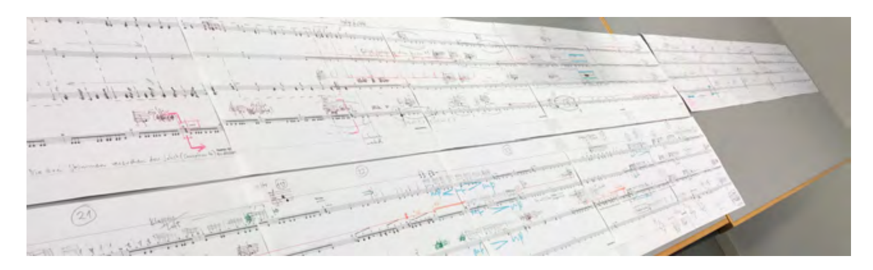


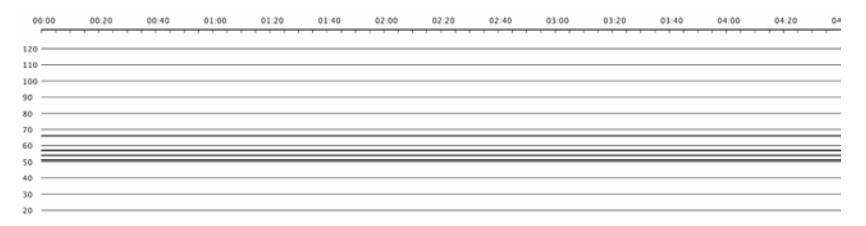
Abbildung 8.12: Arbeitspartitur von scorrevole fluido.



Eine konzeptuelle Ähnlichkeit der Arbeitsmethoden von Wetzel und Hidalgo liegt darin, dass beide für ihre Kompositionen zuerst eine Tempostruktur festlegten und sich dann eine Vorlage für die Arbeitspartitur einrichteten. Trotzdem sind

Abbildung 8.13: Eine Seite aus der Arbeitspartitur von scorrevole fluido.

Abbildung 8.14: Die Tempostruktur von Karin Wetzels Seiltanz *besteht aus vier gleichzeitigen, konstanten Tempi.*



die verwendeten Mittel ebenso stark verschieden, wie die Komplexität der Tempostrukturen.[30] Bei der in Handarbeit hergestellten Vorlage für die Arbeitspartitur ist die Tempostruktur einfach, bei der in computergestützter Arbeitsweise hergestellten Vorlage komplex (Abb. 8.14 und 8.15). Auch wenn es möglich gewesen wäre, für die komplexere Tempostruktur die Vorlage für die Arbeitspartitur ebenfalls von Hand herzustellen, war doch die computergestützte Arbeitsweise hier eine große Erleichterung. Ob die Entscheidung für eine bestimmte Arbeitsweise zur Tempostruktur geführt hat oder umgekehrt die Entscheidung für die

30 Hier ist nur von der Komplexität der Tempostruktur die Rede. Die Komplexität der gesamten Musik hängt von vielen Faktoren ab, die Komplexität der Tempostruktur ist nur ein Teilaspekt.

Abbildung 8.15: Die Tempostruktur von Carlos Hidalgos scorrevole fluido *besteht aus ständig wechselnden, ständig verschiedenen Tempi.*

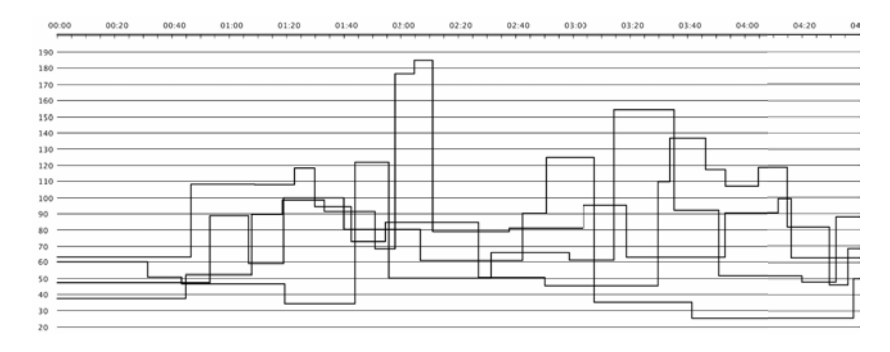
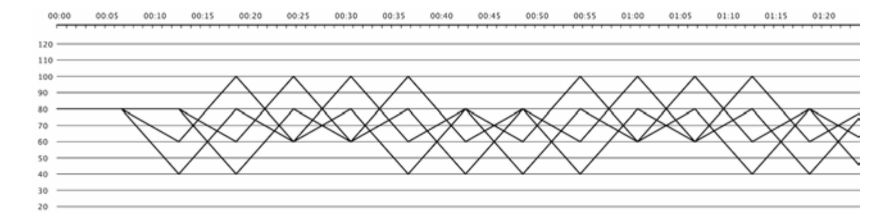


Abbildung 8.16: Die Tempostruktur von Hier und dort *besteht aus ständig fluktuierenden Tempi.*



Tempostruktur zur Wahl der Arbeitswerkzeuge und -methoden, darüber kann höchstens spekuliert werden.

In meinem Saxophonquartett *Hier und dort* fluktuieren die Tempi in allen Stimmen unabhängig zwischen ♩ = 40, ♩ = 60, ♩ = 80 und ♩ = 100. Die Abfolge der Tempi besteht aus einem Muster, das fast während der ganzen Dauer des Stückes wiederholt wird. Das Muster ist für jede Stimme gleich, aber zeitlich so versetzt, dass sich ein Kanon ergibt (Abb. 8.16). Durch die Wahl dieser Tempi, die zueinander in einem einfachen Verhältnis stehen (2 : 3 : 4 : 5), ist die Tempostruktur äußerst leicht zu handhaben. In jedem Tempo und bei jeder linearen Interpolation zwischen zwei Tempi kann eine Dauer von sechs Sekunden immer mit einer ganzen Zahl von Taktschlägen ausgefüllt werden, wie in der Tabelle in Abb. 8.17 dargestellt ist. Somit ergibt sich alle sechs Sekunden ein Synchronisationspunkt, an dem die Taktschläge aller Stimmen zusammenfallen. Gerade diese häufig und regelmäßig auftretenden Synchronisationspunkte haben die Notation vereinfacht: In der Partiturdarstellung lässt sich bei jedem Synchronisationspunkt, d. h. immer nach 6–10 Taktschlägen, ein durchgehender Taktstrich ziehen. Damit ist ein nahezu herkömmliches Arbeiten in der Partitur möglich. Wird in Kauf genommen, dass die Töne zwischen den Taktstrichen nur annäherungsweise aus-

gerichtet sind, kann sogar ohne große Trickserei ein herkömmliches Notensatzprogramm verwendet werden (Abb. 7.7 und 7.8 im vorhergehenden Kapitel). Dies wirkt sich auch auf die Arbeitsmethode aus, denn es können somit alle Funktionen des Notensatzprogramms verwenden werden, z. B. die Wiedergabe.

Abbildung 8.17: Anzahl von Viertelnoten, die bei einer linearen Interpolation zwischen einem Ausgangstempo (Zeile) und einem Zieltempo (Spalte) genau eine Dauer von sechs Sekunden ausfüllen.

	♩ = 40	♩ = 60	♩ = 80	♩ = 100
♩ = 40	4 × ♩	5 × ♩	6 × ♩	7 × ♩
♩ = 60	5 × ♩	6 × ♩	7 × ♩	8 × ♩
♩ = 80	6 × ♩	7 × ♩	8 × ♩	9 × ♩
♩ = 100	7 × ♩	8 × ♩	9 × ♩	10 × ♩

Mathieu Corajod begann die Arbeit an seinem Werk *Critical Control Points* mit dem Sammeln von Ideen, die er als Materialskizzen zu rhythmischen Figuren, zu harmonischen Konstellationen, zu Spielweisen oder zu Klavierpräparationen festhielt. Viele dieser Materialskizzen sind verbal, nur wenige benutzen Notenschrift. Zunächst wollte Corajod eine Programmierumgebung für algorithmische Komposition verwenden, gestand sich aber dann ein, dass er »intuitiv« auf Papier schneller vorwärtskomme.[31] Zu dem Zeitpunkt, als er die Arbeit an *Critical Control Points* begann, war es bereits möglich, mit der Applikation *PolytempoComposer* für eine beliebige Tempostruktur ein leeres, zeitmaßstäblich eingerichtetes Notenpapier zu generieren.[32] Von dieser Funktion machte Corajod mehrfach Gebrauch. Abb. 8.18 zeigt die Skizze für einen einzelnen, noch nicht in den Gesamtablauf des Stückes eingebetteten Abschnitt, der eine Überlagerung der Tempi ♩ = 60, ♩ = 63, ♩ = 69 und ♩ = 54 beinhaltet. Um die Tempopolyphonie gut wahrnehmbar zu machen, spielen alle Instrumente (vorwiegend kurze) Noten, die immer auf die Taktschläge des jeweiligen Tempos fallen. Neben anderen Tempokonstellationen kommt diese Überlagerung in den ersten 2.5 Minuten des Stücks mehrfach vor und die Koinzidenz, die sie nach 20 Sekunden bildet, ist ein wichtiges formbestimmendes Element.

31 Mathieu Corajod im Interview mit dem Autor, 16. Oktober 2020.

32 Diese Funktion wird beschrieben in Kapitel 6 auf S. 191.

Abbildung 8.18: Arbeitspartitur von Mathieu Corajods Critical Control Points, *Ausarbeitung einer Überlagerung von vier Tempi.*
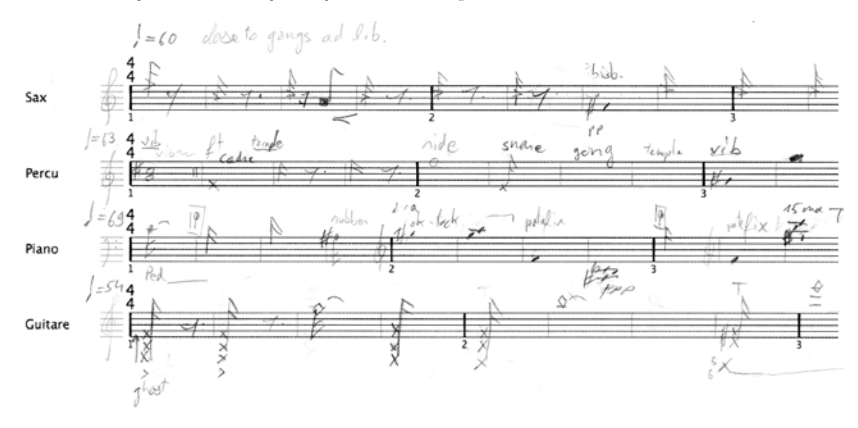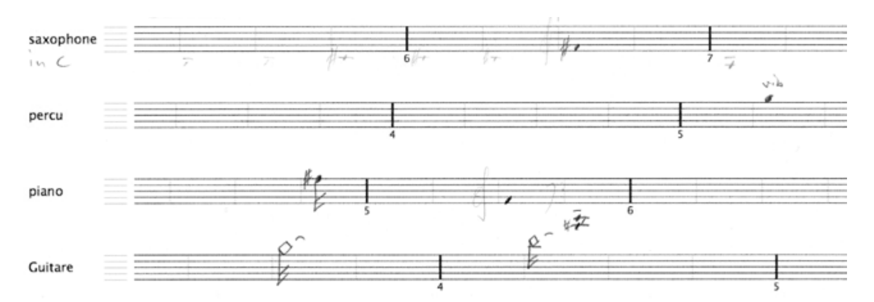


Abb. 8.19 zeigt denselben Abschnitt. Es handelt sich jedoch um eine Skizze, die von Corajod zu einem späteren Zeitpunkt erstellt wurde, als das Stück bereits weiter Form angenommen hatte. An den Taktzahlen zeigt sich, dass der Abschnitt mit der Überlagerung der Tempi nunmehr in einen größeren Zusammenhang eingebettet ist. Zudem ist diese zweite Skizze stark reduziert: Nur noch die klingenden Ereignisse sind dargestellt, die geräuschhaften weggelassen. Offensichtlich nutzte der Komponist hier die Partiturdarstellung, um die Harmonik zu überblicken.

Abbildung 8.19: Arbeitspartitur von Critical Control Points, *eine auf die klingenden Tonereignisse reduzierte Skizze.*



Aufgabe des Partiturkonzepts

An dieser Stelle möchte ich eine provokante Frage aufwerfen. Wenn doch die Partiturdarstellung in tempopolyphoner Musik so sperrig ist, weshalb gibt man sie nicht auf und sucht nach anderen Wegen? Natürlich geht dadurch die Operativität der Partiturdarstellung verloren, aber an ihre Stelle treten andere, oft mathematische oder spekulative Konzepte. Bei Hidalgos *scorrevole fluido* zeichnet sich dies bereits ab. Es gibt von diesem Stück nur eine Arbeitspartitur und keine Partiturreinschrift (nur die Einzelstimmen sind ins Reine geschrieben). Dafür wurde die Tempodisposition in der Programmierumgebung *OpenMusic* konstruiert. Es war Hidalgos Kerngedanke, mit einer komplexen und stark heterogenen Tempostruktur die Selbständigkeit der Stimmen hervorzuheben. Dafür bietet sich ein algorithmisches Vorgehen an. Bei Corajods *Critical Control Points* gibt es einzelne, eher skizzenhaft ausgeführte Arbeitspartituren für einzelne Abschnitte. Aber die Ausarbeitung der Details wurde auch hier direkt in den Reinschriften der Einzelstimmen vorgenommen.

Bei den Stücken mit variablen Formen, die ich an anderen Stellen bereits beschrieben habe,[33] liegt es in der Natur der Sache, dass keine Partituren existieren. Der fehlende Überblick über die Zusammenklänge kann dadurch kompensiert werden, dass die Fragmente, die zufallsgesteuert zusammengestellt werden können, von einem harmonischen Feld bestimmt werden. Der fehlende Überblick über die Gestik der Musik kann dadurch kompensiert werden, dass man sich auf die Koinzidenzpunkte verlässt.

Mein Klaviertrio *Série rouge* hat eine polyvalente Form. Die Instrumente spielen denselben Notentext drei Mal. Bei jedem Durchgang sind die Tempi ♩ = 81.68, ♩ = 50.48 und ♩ = 31.20 anders verteilt, sodass jedes Instrument einmal das schnelle, einmal das mittlere und einmal das langsame Tempo spielt. Die kompositorische Herausforderung bei diesem Stück lag darin, dass es drei Konstellationen gibt und bei jedem Ton immer bedacht werden musste, dass er nicht nur in einem, sondern in mehreren Kontexten vorkommen kann. Dass es von diesem Stück keine Partitur gibt, hat nicht nur damit zu tun, dass es aufwendig gewesen wäre, ständig in drei Partituren gleichzeitig zu arbeiten, sondern vor allem damit, dass die Kompositionsarbeit vorwiegend aus kombinatorischen Überlegungen bestand.

Die Tempi stehen zueinander im irrationalen Verhältnis des Goldenen Schnitts. Dadurch existieren außer dem Beginn des Stücks keine weiteren Koinzidenzen, auf denen eine formale Struktur hätte aufgebaut werden können – weder gemeinsame Taktschläge noch irgendwelche mit einem rationalen Notenwert darstellbaren Gleichzeitigkeiten. Somit musste die Struktur mit anderen Mitteln geschaffen werden und dazu bin ich zunächst in die Domäne der Mathematik

33 Siehe Abschnitt Offene Form auf S. 180.

ausgewichen. Um den Zeitpunkt zu bestimmen, an dem eine Note erklingt, muss ihr Ort[34] mit dem Tempo multipliziert werden. Um eine Folge von Orten zu erzeugen, die in jedem der drei Tempi mit sich selbst Koinzidenzen bildet, wie in Abb. 8.20 dargestellt, wurde folgende Formel verwendet: $x(n) = x_0 \times \phi^n$, wobei *n* ein ganzzahliger Index, ϕ die Proportion des Goldenen Schnitts (1.618033988749895) und x_0 ein frei gewählter Anfangsnotenwert ist. Weil sich die Abstände zwischen den Orten rapide vergrößern, musste diese Folge im Laufe des Stück mehrfach wieder von vorne begonnen werden.

Abbildung 8.20: Schema der rhythmischen Struktur von Série rouge. *Eine Folge von Notenwerten, die in jedem der drei Tempi mit sich selbst Koinzidenzen bildet.*

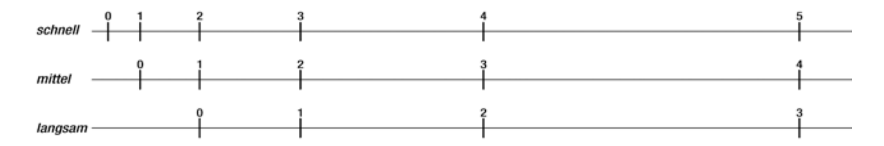


Abbildung 8.21: Ausarbeitung der rhythmischen Struktur von Série rouge*: (a) ein LISP-Skript zur Berechnung der acht ersten Notenwerte, (b) das Resultat dieser Berechnung als Liste von Fließkommazahlen, als Liste von ›quantisierten‹ Notenwerten und in Notenschrift.*

(a)

```
(loop
  for n below 8
  with base-value = 1/8
  with proportion = 1.618033988749895
  collect (* base-value (expt proportion n)))
```

(b)

```
0.125 0.2022543 0.3272543 0.5295085 0.856763 1.386271 2.243034 3.629306

1/8   4/20      4/12      13/24     17/20    11/8     9/4      29/8
```

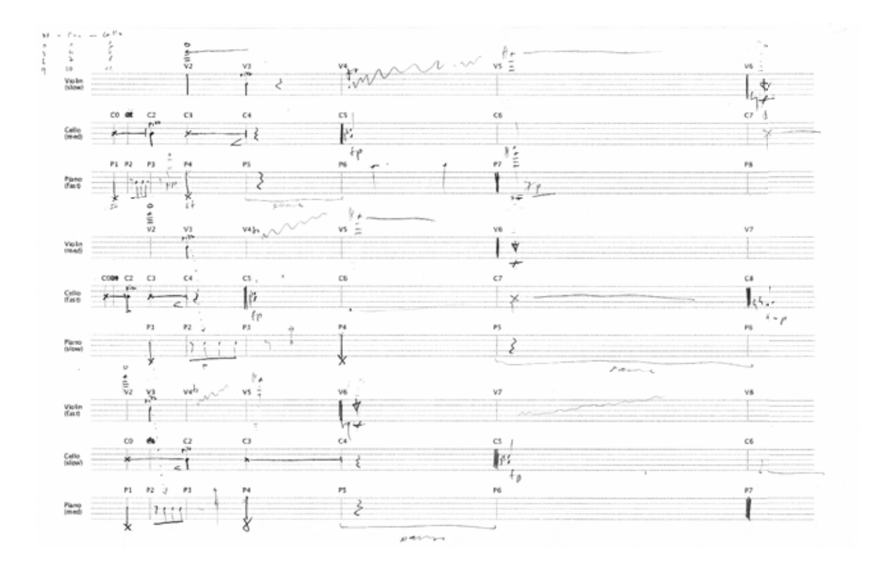
Um die rhythmische Struktur des Stückes weiter auszuarbeiten, kamen Computerprogramme zum Einsatz, mit denen Listen von Notenwerten generiert werden konnten. Alle Notenwerte wurden quantisiert, d. h. auf einen Notenwert nicht kleiner als eine Sechzehntelsextole ›zurechtgerückt‹ und damit notierbar gemacht (Abb. 8.21). Um mir ein mentales Bild von der so entstehenden rhythmischen

34 Der *Ort* einer Note wird als ein Notenwert ausgedrückt und berechnet sich als Summe aller vorhergehender Notenwerte. Für weitere Erläuterungen siehe Abschnitt Tempomathematik auf S. 183.

Struktur machen zu können und dadurch ein Gefühl zu entwickeln, wie ich die Töne setzen könnte, damit in jeder Tempokonstellation ›sinnvolle‹ musikalische Gestalten entstehen, fertigte ich ein Computerprogramm zur Visualisierung an (Abb. 8.22). Um sowohl die Details wie auch die Zusammenhänge sichtbar zu machen, konnte der Abbildungsmaßstab sowie der angezeigte Ausschnitt der Visualisierung stufenlos verändert werden.

Abbildung 8.22: Visualisierung des Zusammentreffens der Noten für alle drei Tempokonstellationen, zwischen den Maßstäben der Ansichten (a) und (b) ist ein stufenloser Übergang möglich.

Abbildung 8.23: Arbeitspartitur für den Anfang von Série rouge. *Die drei Tempokonstellationen stehen übereinander, die Kombinatorik (jede Note erscheint in jedem Tempo an einem anderen Ort) lässt sich hier noch überblicken.*



Erst nach diesen computergestützten Vorarbeiten – und überdurchschnittlich spät im Arbeitsprozess – begann das eigentliche Töne-Setzen. Das Skizzieren in Notenschrift spielte bei diesem Stück nur eine nebensächliche Rolle. Nicht die Operativität der Partiturdarstellung prägte die Arbeit an diesem Stück, sondern die Operativität etlicher anderer ›nicht-musikalischer‹ Darstellungsformate und Computerprogramme. Einzig für die ersten paar Takte des Stückes, wo die drei Temposchichten erst beginnen auseinanderzulaufen, war eine Arbeitspartitur zweckmäßig (Abb. 8.23).

Kompositorische Spekulation

Was wollen die Komponist·innen mit der Tempopolyphonie erreichen? Soll die Tempopolyphonie in jedem Fall wahrnehmbar sein? »Wenn ich die Tempopolyphonie hören möchte, höre ich mir den Click-Track an«,[35] ist die saloppe Formulierung der Tatsache, dass die Tempopolyphonie auch ein strukturelles Prinzip sein kann, das sich hintergründig oder nur mittelbar auf die Musik auswirkt.

Wenn technikgestützte Tempovermittlung zur Verfügung steht, haben die Komponist·innen die Möglichkeit, eine Tempostruktur zu komponieren, ohne sich um die Spielbarkeit sorgen zu müssen. Das bedeutet, dass die Kombination der Tempi nach seriellen oder aleatorischen, mathematischen oder graphischen, inner- oder außermusikalischen Prinzipien gestaltet werden kann. Carlos Hidalgo übernahm bei *scorrevole fluido* die Idee der Individualität der Instrumente auch in die Disposition der Tempi und konstruierte eine stark heterogene Tempostruktur. Marc Kilchenmann bei *Egregoros* und Cameron Graham bei *abide within plenitude* gingen beide von der Grundidee aus, alle Tempi auf einen gemeinsamen Wert zu setzen und im Laufe des Stücks mehrfach durch allmähliche, für alle Instrumente verschiedene Beschleunigung und Verlangsamung auseinanderdriften und wieder auf dem Anfangswert zusammenkommen zu lassen. Bei meiner *Tempostudie* und den Stücken von André Meier ist die Verwendung eines Zufallsgenerators, der das Tempo innerhalb festgelegter Grenzwerte für jede Aufführung bestimmt, ein wichtiger Bestandteil der Werkkonzeption. Bei *Série rouge* war die Tempoproportion des Goldenen Schnitts eine Idée fixe, die zu Beginn festgelegt wurde und sich auf alle folgenden Arbeitsprozesse ausgewirkt hat.

35 Äußerung von Cornelius Schwehr in seinem Keynote-Vortrag am Jahreskongress der Gesellschaft für Musiktheorie, 6. Oktober 2018.

8.3 Diskussion

Die Notationsmethode prägt die Musik. Dies gilt auch – oder erst recht –, wenn sich das Notationssystem den vertrauten Arbeits- und Schreibprozessen entgegenstellt und seine Funktionen als kreativer Handlungsraum nicht mehr wie gewohnt erfüllen kann. Eine tempopolyphone Partitur benötigt eine zeitmaßstäbliche graphische Darstellung, was einige nicht ganz einfach zu lösende Probleme nach sich zieht. Komponist·innen können dieser Problematik in verschiedener Weise entgegentreten. Sie können ihr ausweichen, indem sie die Tempopolyphonie in kontrapunktisch unverbundenen, selbständigen Schichten organisieren. Sie können sie mildern, indem sie einfache Tempoverhältnisse wählen oder die tempopolyphonen Passagen kurz und überschaubar halten. Sie können ihnen aber auch entgegentreten, zusätzliche ›nicht-musikalische‹ Arbeitsschritte auf sich nehmen oder technische Hilfsmittel verwenden.

In vielen Fällen führen die Schwierigkeiten der Notation dazu, dass die Komponist·innen zuerst eine Tempostruktur entwerfen und diese Struktur anschließend mit Musik ›ausfüllen‹. Dadurch kann eine leere Partitur eingerichtet werden, was ermöglicht, die Details der Musik ›auf dem Papier‹ auszuarbeiten und dabei das explorative Potenzial der Notation zu nutzen. Die mathematische Last, d. h. die Notwendigkeit, viele oft mühsame Berechnungen durchzuführen, um die zeitliche Struktur aufzustellen, wird damit an den Anfang des Arbeitsprozesses gestellt, damit sie das ›eigentliche‹ Töne-Setzen nicht belastet und verlangsamt. Ist jedoch diese Zeitstruktur erst einmal aufgestellt und das Notenpapier für die Arbeitspartitur eingerichtet, dann behält sie ihre Form und wird kaum mehr nachträglich verändert. Andere Parameter (z. B. die Tonhöhe) sind der Operativität der Schrift ausgesetzt, sie werden geschrieben, wieder gelöscht, neu geschrieben, verändert, ergänzt und umgestellt. Die Tempostruktur scheint auf dem Papier zu erstarren, sie nachträglich zu verändern, wäre mit großem Aufwand verbunden. Für den Parameter Tempo bietet die Schrift keinen Handlungsraum.

Geht man auf diese Schwierigkeiten der Notation tempopolyphoner Musik genauer ein, findet man, dass möglicherweise gerade diese Widerstände ein eigenständiges künstlerischen Potenzial aufweisen. Das Schreiben wird »meistens dort thematisch […], wo sich Widerstände im Prozess des Schreibens einstellen. In medienhistorischen Umbruchphasen tritt besonders der Widerstand der Schreibwerkzeuge hervor.«[36] Hier ließe sich die These formulieren, dass diese Widerständigkeit ebenfalls zur Operativität der Schrift gehört: Die Verlangsamung der Arbeit, die Tatsache, dass die Schrift sich ›bei sich aufzuhalten‹ beginnt, erzeugt einen Fokus auf das Detail. Dass eine Komposition wie *Seiltanz* sich trotz

---

36 Davide Giuriato/Martin Stingelin/Sandro Zanetti (Hg.): *»Schreiben heißt: sich selber lesen« Schreibszenen als Selbstlektüren*, München: Wilhelm Fink 2008, S. 12.

einer tempopolyphonen Konzeption zu einer Musik entwickelte, die die Harmonik und Klanglichkeit von Multiphonics in den Vordergrund stellt, liegt nicht zuletzt daran, dass die aufwendige und verlangsamte Notation die Komponistin in dieser Hinsicht zu einer besonderen Aufmerksamkeit gezwungen hat.[37] Eine im Voraus festgelegte tempopolyphone Disposition kann somit zu einer Herausforderung werden, an der sich die kompositorische Kreativität entzündet.

Viele Komponist·innen sind in ihrem kompositorischen Denken in der Schriftbildlichkeit der herkömmlichen Partitur verhaftet. Oft entscheiden sie sich, die gewohnte Arbeitsumgebung nicht aufzugeben und den erlernten Umgang mit der Partiturdarstellung mitsamt der daraus erwachsenden Operativität beibehalten zu wollen. Es stellt sich jedoch die Frage, wie bewusst eine solche Entscheidung gefällt wurde. Haben die Komponist·innen die traditionelle Notation nach gründlichem Abwägen der Kriterien gewählt, oder haben sie einfach gearbeitet ›wie immer‹, ohne erst Alternativen in Erwägung zu ziehen. Fällt die Entscheidung gegen die traditionelle Partitur aus, dann nehmen die Komponist·innen in Kauf, dass sie damit auch auf die Operativität der Partiturdarstellung und die damit verbundene Kontrolle über den Tonsatz verzichten, oder sie kompensieren diesen Verzicht, indem sie andere Ordnungsprinzipien anwenden.

Als alternative Methoden zur kompositorischen Kontrolle stehen der Operativität der Partiturdarstellung die Mathematisierung oder Algorithmisierung des Kompositionsvorgangs gegenüber. Gerade bei komplexen Tempodispositionen, insbesondere bei dynamischen Tempopolyphonien, aber auch bei polyvalenten oder offenen Formen, kann sich das anbieten. Dabei kommt ein anderes Schriftsystem zum Tragen, z. B. eine Programmiersprache. An die Stelle des musikalischen Notats tritt also eine Konzeptschrift, die selbst wiederum ihre eigene Operativität besitzt. Dahlhaus weist darauf hin, dass die Notation, in der ein musikalisches Werk ediert wird, nicht mit der Schrift übereinzustimmen braucht, in der es konzipiert wurde. Folglich unterscheidet er die Konzeptionsschrift von der Editionsschrift und führt folgendes Beispiel an: Steht in einer graphischen Konzeptionsschrift ein Fleck für einen Cluster, so kann dies sogar die adäquatere Darstellung des akustischen Phänomens sein als die Differenzierung in verschiedene Stimmen, die Kategorien wie Mehrstimmigkeit und Harmonik ins Spiel bringt.[38] Es ist fraglich, ob dieses auf ein klangliches Phänomen bezogene Beispiel – man könnte noch etliche andere finden –, sich ohne Weiteres auch auf die zeitliche Ebene der Musik übertragen lässt. Trotzdem kann, ausgehend von Dahlhaus' Überlegung, behauptet werden: Das spezifische Potenzial der traditionellen musikalischen Notation durch eine andere Form von Operativität zu ersetzen, kann zu neuen Ideen führen.

37 Karin Wetzel im Interview mit dem Autor, 16. März 2019.

38 Dahlhaus: *Notenschrift heute*, S. 12 f.

Fazit und Ausblick

Der Forschungsgegenstand ›Musik mit technikgestützter Tempovermittlung‹ wurde in dieser Arbeit aus einer musik- und technikgeschichtlichen sowie einer künstlerisch-praktischen Perspektive behandelt. Mit den Fallbeispielen, die vertiefte Einblicke in vier historische Konstellationen boten, wurde eine Übersicht über verschiedene spezifische Anwendungen der technikgestützten Tempovermittlung geschaffen, die vom Fadenpendel bis zum modernen Click-Track reicht. Es konnte gezeigt werden, wie divers nicht nur die Techniken der Tempovermittlung waren, sondern auch die historischen und gesellschaftlichen Kontexte, in denen sich diese Techniken entwickelten.

Die praxisbezogene Studie, die den historischen Betrachtungen gegenübergestellt wurde, zeigte eine zeitgenössische Auseinandersetzung mit der technikgestützten Tempovermittlung. Hier lag ein besonderer Fokus darauf, musikalische Möglichkeiten und Ausdrucksformen aufzudecken, die das künstlerische Potenzial der verwendeten Technik möglichst weitreichend ausschöpfen. Es zeigte sich, dass dies in besonderem Maße bei tempopolyphoner Musik der Fall ist.

Zusammenhänge

Die historischen Fallbeispiele stellen punktuelle Bestandsaufnahmen dar. Punktuell, weil die meisten Geräte und Verfahren, die zur technikgestützten Tempovermittlung erfunden wurden, kurzlebig waren und sich als historische Sackgassen erwiesen – nur Mälzels Metronom ist hier ein auffälliges Gegenbeispiel. Oft standen die Bedürfnisse einzelner Personen oder bestimmter Musikpraxen im Zentrum. In der Folge möchte ich die historischen Fallbeispiele sowohl untereinander wie auch zur Studie in Beziehung setzen, um die Gemeinsamkeiten und Verschiedenheiten der Techniknutzung zu überblicken und die vorhandenen Querbezüge nochmals explizit zusammenzufassen.

In Kapitel 7 wurden Formen von Musik identifiziert, bei denen die nötige rhythmische Genauigkeit nicht mit einer spontanen Synchronisation des Tempos erreicht werden kann. Es ließen sich drei prototypische Anwendungszwecke für

technische Hilfsmittel zur Tempovermittlung unterscheiden, die jeweils in einem der historischen Beispiele eine Entsprechung finden:

Anwendungszweck	Historisches Beispiel
Kommunikation bei fehlendem Hör- oder Sichtkontakt	Hector Berlioz und das *métronome électrique*
Synchronisation zu einem nicht interagierenden Medienzuspiel	Verfahren der frühen Filmmusik
Synchronisation bei komplexen Tempostrukturen	Emmanuel Ghent und das Coordinome

Mälzels Metronom und seine Vorläufer kommen in dieser Aufzählung nicht vor. Ihre ursprüngliche Zielsetzung – die objektive Tempoanzeige – war pädagogisch motiviert und nicht für die Anwendung in einer Aufführungssituation gedacht.

Anhand von Mälzels Metronom und seinen Vorläufern konnte jedoch exemplarisch gezeigt werden, wie verschiedene Akteure mit je eigenen Interessen und Vorgehensweisen an der Entwicklung beteiligt waren. Die unter praktizierenden Musikern geführte Verhandlung über die Wichtigkeit eines objektivierbaren Tempos, der Wandel der wissenschaftlichen Methoden und die Fortschritte in der Uhrmacherei wirkten als parallele, wenn auch nicht gänzliche voneinander abgekoppelte Kräfte in der Entwicklungsgeschichte des Metronoms. Die Verbindung von Musik und Technik impliziert immer eine Beteiligung sowohl von (technikinteressierten) Musikern·innen wie auch (musikinteressierten) Technikern·innen. Wie diese Beteiligungen gewichtet sind, kann sich von Fall zu Fall unterscheiden: Manchmal sind es Musiker·innen, die eine technische Lösung fordern, um eine künstlerische Vision realisieren zu können; manchmal sind es Techniker·innen, die ein Gerät entwickeln und dann seinen musikalischen Nutzen proklamieren; manchmal ist es auch dieselbe Person, die die Technik entwickelt und künstlerisch anwendet. Aufgrund dieser Erkenntnis kann auch heute jede technische Neuentwicklung daraufhin befragt werden, ob sie eher einer künstlerischen oder einer technischen Logik entspringt.

Was die Reichweite oder die Größe der Nutzer-Community angeht, unterscheiden sich die Fallbeispiele stark. Das Metronom wurde zum Zweck entwickelt, der Gesamtheit der Musikausübenden als nützliches Hilfsmittel zu dienen, während andere Geräte und Verfahren sich mehr auf einen individuellen Anwendungsfall richteten. Mälzel verfügte über einen ausgeprägten Geschäftssinn und vermarktete sein Metronom mit großem Erfolg. Ebenfalls von kommerziellen Interessen abhängig waren die Verfahren der Filmmusik . Wie sehr sie sich verbreiten oder etablieren konnten, wurde immer von der Filmindustrie bestimmt.

Jedes der historischen Fallbeispiele stand in einem bestimmten technikgeschichtlichen Kontext. Die verfügbaren technischen Mittel wurden aufgenommen und verarbeitet. ›Erfinden‹ hieß stets, Möglichkeiten zu finden, das Vorhandene – Pendel, Uhrwerk, Metalldrähte, Strom usw. – zueinander neu in Beziehung zu setzen. Die Weise, wie dies geschah, war wiederum von den musikalischen und kompositionsästhetischen Gegebenheiten der Zeit bestimmt. Eine technische Lösung für die Koordination von tempopolyphoner Musik wäre bereits vor den 1960er Jahren, als Emmanuel Ghent sein Coordinome baute, möglich gewesen. Schon mit den ältesten Taktgebern – mit zwei verschieden langen Pendeln – hätte man gleichzeitig verschiedene Tempi anzeigen können, jedoch erst eine Musikästhetik, wie sie das 20. Jahrhundert hervorgebracht hat, ließ das Konzept der Tempopolyphonie zu.

Auf die Frage, über welche Sinnesmodalität dem Menschen das Tempo vermittelt werden sollte, wurden verschiedene Antworten gegeben. Die ersten mechanischen Tempomesser (Fadenpendel, Uhrpendel) waren nur visuell wahrnehmbar, die Möglichkeit, die Pendelbewegung auch hören zu können, wurde als Fortschritt angesehen. D'Onzembray kritisierte, dass man nicht anders als auswendig spielen könne, wenn man mit den Augen ständig die Bewegung des Pendels mitverfolgen müsse, und machte mit seinem *Métrometre* erstmals die Pendelbewegung auch hörbar. Dieselbe Diskussion, wurde rund 70 Jahre später auch von von J. G. E. Stöckel in der *Allgemeinen musikalischen Zeitung* ausführlich geführt.[1] Zunächst weist er darauf hin, dass man dem Sehsinn den Vorzug geben müsse, denn bei Tonstücken mit vielen Ausführenden sei es ja auch üblich, dass jemand dirigiere. Trotzdem kommt Stöckel wie d'Onzembray zum Schluss, dass der Hörsinn besser geeignet sei: »Allein bey genauerer Untersuchung wird man finden, daß die Wahrnehmung der Zeit […] durch das Auge weit langsamer und beschwerlicher zu erhalten ist, als durchs Ohr.«[2] Auch bei den Verfahren der Filmmusik handelte es sich zunächst um visuelle Tempovermittlung (mitgefilmter Dirigent, Notenband usw.). Dies mag damit zu tun haben, dass das Visuelle schon durch den Film vorgegeben war. Erst mit dem Tonfilm und der Möglichkeit, ein Signal auf dem Filmstreifen durch den Lichtton-Apparat hörbar zu machen, wurde auch die akustische Tempovermittlung eingeführt. Diese neue Methode, der Click-Track, setzte sich schnell durch und erwies sich gegenüber den früheren visuellen Verfahren als überlegen. Auch Emmanuel Ghent erzeugte mit dem Coordinome akustische Signale zur Synchronisation der Ausführenden. Bei der Applikation zur Tempovermittlung, die im Rahmen der Studie entwickelt wurde, war von Anfang an die

1 Stöckel: *Abhandlung ueber die Wichtigkeit der richtigen Zeitbewegung eines Tonstücks, nebst einer Beschreibung meines musikalischen Chronometers und dessen Anwendung für Komponisten, Ausführer, Lehrer und Lernende der Tonkunst*, Sp. 662–665.

2 Ebd., Sp. 663.

visuelle Tempo-Anzeige vorgesehen. Das Argument, dass dies auf eine gewohnte Musikpraxis Bezug nehme, trifft sich mit der Aussage, die Stöckel schon 1800 machte. Hingegen ist das Argument, dass die visuelle Tempovermittlung für die Musiker·innen angenehmer sei, weil damit die Ohren für die eigentliche Musik frei bleiben, unter den historischen Äußerungen nicht zu finden.

Der animierter Notentext (mitgefilmte oder in einem separaten Apparat mitlaufende Notenbänder) war ein Verfahren, das in der frühen Filmmusik mehrfach verwendet wurde. Bei diesem Verfahren wird das Tempo fließend und nicht in Taktschläge diskretisiert vermittelt. Mit seiner Verwendung im frühen 20. Jahrhundert wurde eine Praxis vorweggenommen, die in jüngerer Zeit in der vernetzten Musikdarbietung *(networked music performance)* wieder beliebt geworden ist. Durch die Verwendung eines Computerbildschirms statt eines tatsächlichen Notenstreifens auf Papier ergibt sich zusätzlich die Möglichkeit, auch nicht-lineare Formabläufe zu realisieren. Diese Möglichkeit wird von einigen Werken, die im Rahmen der Studie entstanden sind, exemplarisch vorgeführt.

Ein technisches System zur Tempovermittlung zu verwenden, bedeutet immer, einen Mehraufwand zu betreiben. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts findet sich die Argumentation, dass ein schlichtes Fadenpendel dem komplizierteren Metronom vorzuziehen sei. Bei Systemen, die noch aufwendiger waren, wurden sogar technische Fachleute benötigt: Berlioz musste aus Belgien einen Mechaniker kommen lassen, der ihm das *métronome électrique* in Betrieb setzte. Einen solchen Aufwand betrieb er nur für ein prestigeträchtiges Konzert wie dasjenige bei der Pariser Weltausstellung 1855. Oder er musste sich darauf verlassen, dass ein *métronome électrique* von einer Institution bereitgestellt wurde, wie 1861 bei der Neuinszenierung von Glucks *Alceste* an der Pariser Opéra. Für ein Theaterhaus liegt es auf der Hand, die Verwendung eines solchen Geräts zu ermöglichen; es reiht sich ein in die übliche technische Infrastruktur wie Beleuchtung, Bühnenmaschinerie usw. Eine noch größere Nähe zur Technik war beim Film gegeben. Dass sich dort so viele Verfahren zur technikgestützten Tempovermittlung ausgebildet haben, liegt nicht nicht zuletzt daran, dass der Schritt, den Geräten und Verfahren zur Bildaufnahme und -wiedergabe auch noch solche zur Tempovermittlung hinzuzufügen, nicht besonders groß war. Auch heute bedeutet die Verwendung von technikgestützter Tempovermittlung einen infrastrukturellen Mehraufwand. Er ist zwar gegenüber den historischen Beispielen ungleich kleiner, scheint aber nach wie vor ein Kriterium zu sein. Ein junger Komponist entschied sich dagegen, ein Stück zu schreiben, weil er sich sorgte, dass die benötigte Technik so spezifisch sei, dass sie die Chancen für eine Wiederaufführung vermindern könnte.[3]

Ein weiterer Aspekt des Mehraufwandes, der bei technikgestützter Tempovermittlung betrieben werden muss, liegt in den Vorbereitungsarbeiten, die auf die

3 Im Gespräch mit dem Autor in Boswil im September 2017.

Komponist·innen (bzw. ihre Assistent·innen) zurückfallen. Um ein Notenband, das zu einem Film mitlief, oder einen Click-Track herzustellen, war aufwendige Handarbeit nötig. Auch der Herstellungsprozess, mit dem Emmanuel Ghent zu den ›programmierten Signalen‹ kam, die er den Musiker·innen zur Aufführung seines Werks *Dithyrambos* zuspielte, scheint bemerkenswert arbeitsintensiv. Diese Vorbereitungen sind auch immer dadurch charakterisiert, dass es sich um wenig ›musikalische‹ Fleißarbeiten handelt. Dies trifft mutatis mutandis auch für die heutige Zeit zu: Mit den fortschrittlicheren Mitteln insbesondere der Computertechnik, die heute zur Verfügung stehen, sind die Vorbereitungsarbeiten bei Weitem nicht mehr so aufwendig wie bei den historischen Beispielen. Trotzdem müssen für die Aufführung der Werke die Medien der Tempovermittlung – welches Format sie auch immer haben mögen: ein- oder mehrkanaliger Click-Track, punktuelle oder animierte Formen von visueller Tempoanzeige usw. – hergestellt werden.

Bei den in Kapitel 1 betrachteten Werkbeispielen von Emmanuel Ghent, Elliott Carter und Henry Cowell zeigte sich auch, wie bei komplexen Tempo- und Rhythmusstrukturen viel Mathematik in den Kompositionsprozess einfließt. Dies gilt auch im Bezug auf die heutige Praxis. Wenn die technikgestützte Tempovermittlung dafür einsetzt werden soll, um komplexe Tempopolyphonien zu realisieren, führt dies auch bei der Kompositionsarbeit zu spezifischen Denk- und Arbeitsschritten bezüglich der Konzeption der Musik, der Berechnung der Koordination der Temposchichten, der Wahl einer adäquaten Notation usw. Ob der ästhetische Mehrwert, der sich so erreichen lässt, den zu betreibenden Aufwand aufwiegen kann, ist eine Entscheidung, die die Komponist·innen treffen müssen. Dieses Abwägen zwischen Mehrwert und Aufwand mag bei den historischen Beispielen die Erklärung liefern, weshalb gewisse Verfahren nur in Einzelfällen oder nur für eine kurze Zeit verwendet wurden, und es bleibt auch heute ein Argument im Diskurs um die musikalische Aufführungspraxis mit technikgestützter Tempovermittlung.

Resultate der Studie

Die von technischer Tempovermittlung unterstützte Aufführung von Werken mit einer tempopolyphonen oder anderweitig komplexen zeitlich-rhythmischen Struktur ist eine spezialisierte und selten anzutreffende Musikpraxis. Mit der Studie wurde versucht, diese Musikpraxis näher zu erforschen. Die Resultate dieser Studie können sowohl für das Feld der künstlerischen Praxis wie für dasjenige der Musikwissenschaft von Interesse sein.[4]

Mit den im Rahmen der Studie entstandenen Werken wurde ein Beitrag zum Korpus der tempopolyphonen Musik geleistet. Diese Werke dokumentieren, wie verschiedene Komponist·innen sich in individueller Weise mit technikgestützter

4 Die gesamte Studie ist dokumentiert unter http://polytempo.zhdk.ch.

Tempovermittlung auseinandergesetzt haben. Viele dieser Werke exemplifizieren gewisse musikalische Phänomene, die dank der Tempopolyphonie oder der technikgestützten Tempovermittlung erreicht werden können. Das in diesen exemplarischen Werke verkörperte kompositionshandwerkliche und aufführungspraktische Wissen ist sowohl für Komponist·innen wertvoll, die beabsichtigen, selbst auf diesem Gebiet tätig zu werden, wie auch für Musikwissenschaftler·innen, die diese Werke einer weiterführenden Analyse unterziehen möchten.

Im Rahmen der Studie wurden zwei Applikationen entwickelt. Durch ihre mehrjährige Entstehungszeit und die vielen Entwicklungszyklen, bei denen sie immer wieder in der Praxis getestet wurden, verkörpern sie anwendungsorientiertes Wissen. Dieses Wissen wird der Musikpraxis zugänglich gemacht, indem die Applikationen frei zu Verfügung stehen. Zudem wird das Kriterium der objektiven Nachvollziehbarkeit dadurch erfüllt, dass beide Applikationen quelloffen sind.

Als Beitrag in Richtung einer Konzeptualisierung der Tempopolyphonie wurde in Kapitel 6 vorgeschlagen, für den zeitlichen Ablauf von Musik eine Analogie zur Kinematik zu bilden. Daraus ließ sich eine Lösung entwickeln für die Probleme, die sich bei den Berechnungen zur kontrapunktischen Koordination verschiedener Temposchichten ergeben. Die Lösung besteht in einem Verfahren, das den zeitlichen Ablauf der Musik mithilfe von parametrischen Kurven modelliert. Dieses Verfahren wurde operationalisiert und in der Applikation *PolytempoComposer* implementiert und damit ein Werkzeug geschaffen, mit dem Komponist·innen tempopolyphone Strukturen skizzieren können. Ich kann aus meiner Selbstbeobachtung bestätigen, dass die Analogie zur Kinematik und das daraus abgeleitete Wissen, wie in notierter Musik die Parameter Zeit, Ort und Tempo zusammenhängen, sich als hilfreich erwiesen hat, einen kompositorischen Instinkt für tempopolyphone Musik zu entwickeln.

Ein weiterer Beitrag zur Theorie ist der im in Kapitel 7 vorgenommene Versuch einer Beschreibung von musikalischen Phänomenen, die mit technikgestützter Tempovermittlung verbunden sind. Dazu wurde unter anderem eine Typologie der Tempopolyphonie aufgestellt, insbesondere um diejenigen Formen auszuschließen, die nicht auf technikgestützte Tempovermittlung angewiesen sind. Ebenso wurden Beispiele für musikalische Strukturen gezeigt, bei denen das Tempo veränderlich ist und damit zu einem zentralen, auf sich selbst verweisenden musikalischen Parameter wird. Eine wichtige Erkenntnis dieser Untersuchung lag auch in der Feststellung, dass sich Phänomene zeigen können, die nur mittelbar mit zeitbezogenen Parametern wie Tempo oder Rhythmus in Verbindung stehen: z. B. die Mühelosigkeit des Zusammenspiels oder die Isolation der Ausführenden und die so entstehende statische Bühnenpräsenz.

Die in Kapitel 8 dargelegte Problematik des Notierens von tempopolyphoner Musik zeigte beispielhaft, wie sich die Möglichkeit, mit technikgestützter Tempovermittlung komplexe Tempostrukturen zu realisieren, schließlich auch in der

Kompositionspraxis auswirken kann. Die Problematik, die sich aus der Notwendigkeit der zeitmaßstäblichen Darstellung von tempopolyphonen Partituren ergibt, wurde mit dem aktuellen Diskurs zur Schriftbildlichkeit und Operativität von Notationssystemen in Beziehung gesetzt.

Ausblick

Die vorliegende Arbeit hofft, für die weitere historische und systematische Untersuchung von technikgestützter Tempovermittlung einen ergiebigen Ausgangspunkt zu bieten. Ebenso wäre es wünschenswert, wenn sie den Anstoß geben kann, dass sich Komponist·innen und Interpret·innen, aber auch Institutionen und Konzertreihen vermehrt mit experimentellen Tempostrukturen und technikgestützter Tempovermittlung beschäftigen.

Die Kombination von Methoden der Wissenschaft und der Praxis erwies sich als fruchtbar. Die historische und theoretische Beschäftigung mit der Thematik hat das künstlerische Handeln ebenso beeinflusst, wie die unmittelbare kreative Beschäftigung mit der Thematik für die wissenschaftliche Arbeit eine äußerst stimulierende Perspektive geschaffen hat. In der Darstellung dieser methodischen Breite hofft die vorliegende Arbeit, als anregendes Beispiel für die Durchführung eines Forschungsvorhabens im Bereich der künstlerischen Forschung zu dienen.

Es kann nicht die Rede davon sein, dass die hier dokumentierte Studie mit der Niederschrift dieser Arbeit abgeschlossen ist. Solange aus dem Konglomerat von Technikentwicklung, musikalischer Praxis und theoretischer Reflexion neue und zur Forschungsthematik anschlussfähige Ideen entspringen, wird die Studie weitergeführt werden. Bezüglich der Technik liegt vermutlich die größte Dringlichkeit in der Entwicklung einer Lösung für den Computernotensatz von tempopolyphonen Partituren. Was die musikalische Praxis angeht, wäre es zwingend, die Stil- und Genregrenzen der Neuen Musik zu verlassen. Insgesamt ist davon auszugehen, dass in dieser Arbeit noch längst nicht alle musikalischen Ausdrucksqualitäten, die mit technikgestützter Tempovermittlung in Verbindung stehen, entdeckt, benannt oder reflektiert wurden. Hier ist weitere Forschung nötig, sowohl auf der Seite der Musikwissenschaftler·innen wie der Komponist·innen.

Musik, die die technikgestützte Tempovermittlung dazu nutzt, komplexe Tempostrukturen zu realisieren, ist nach wie vor selten anzutreffen. Dies kann mit der Techniknutzung an sich kaum etwas zu tun haben; in jüngerer Zeit mehren sich auch in der Neuen Musik die Aufführungsformate, bei denen Instrumentalmusik mit Audio-, Video-, Licht- oder Computertechnik kombiniert wird. Vielleicht sind Komponist·innen mehr daran interessiert, die tonhöhenbezogenen und klangfarblichen Aspekte der Musik auszuloten, oder sie halten die Musikausübung mit technikgestützter Tempovermittlung für wenig ergiebig, weil sie der Meinung sind, dass sich dadurch keine attraktiven musikalischen Resultate

erzielen lassen. Vielleicht ist die menschliche Fähigkeit, innerlich einen Puls zu etablieren und das Musizieren danach zu richten, doch zu universell und die Fähigkeit, diesen Puls mit den anderen Musizierenden zu synchronisieren, doch zu sehr ein kommunikatives Grundbedürfnis.

So bleibt am Ende zwar die Frage offen, weshalb experimentelle, maschinendirigierte Musik ein solches Nischendasein fristet. Aber es kann mit Gewissheit gesagt werden, dass es für die ›Zeitkunst‹ Musik im Bereich der Zeitorganisation nach wie vor noch ein paar weiße Flecken auf der Landkarte gibt.

Anhang: Werkliste

Die folgende Liste führt diejenigen Werke auf, die im Rahmen der Studie entstanden sind und in dieser Publikation erwähnt werden.

- Philippe Kocher: *Solo für Klarinette* (2010), Klarinette, Elektronik, UA: 11. September 2010, Kriens.
- Philippe Kocher: *Trails I* (2011), Viola, Violoncello, Schlagzeug, Elektronik, Video, UA: 1. Dezember 2011, London.
- Marc Kilchenmann: *Egregoros* (2010–2012), Hammond, E-Bass, Drumset, UA: 2. Februar 2012, Bern.
- Kilian Deissler: *Fusions-Fuge* (2013), Saxophon, Klavier, Trompete, 2 Posaunen, UA: 28. Juni 2013, Zürich.
- Stefan Wirth: *Manduria* (2016), Piccolo und Kontrabass; Oboe und Trompete; 2 Klarinetten; Posaune und Akkordeon; 2 Violinen; Horn, Viola und Violoncello; Klavier, UA: 19. März 2016, Zürich.
- André Meier: *the same [not] the same* (2016–2017), Flöte, Klarinette, Trompete, Klavier, Schlagzeug und Streichtrio, UA: 2. April 2017, Winterthur.
- Angel Hernández-Lovera: *A Green Thing* (2017), Flöte, Violine, Violoncello, Klavier, UA: 30. September 2017, Wien.
- Philippe Kocher: *Série rouge* (2017), Violine, Violoncello, Klavier, UA: 30. September 2017, Wien.
- André Meier: *modular form [#date]* (2018), Flöte, Klarinette, Trompete, Klavier, Schlagzeug und Streichtrio, UA: 14. April 2018, Basel.
- Carlos Hidalgo: *scorrevole fluido* (2018), Sopran-, Alt-, Tenor-, Baritonsaxophon, UA: 14. November 2018, Zürich.
- Philippe Kocher: *Hier und da* (2018), 4 Sopransaxophone, UA: 14. November 2018, Zürich.
- Marcelo Lazcano: *S.S.R.* (2018), Sopran-, Alt-, Tenor-, Baritonsaxophon, UA: 14. November 2018, Zürich.
- Karin Wetzel: *Seiltanz* (2018), Sopran-, Alt-, Tenor-, Baritonsaxophon, UA: 14. November 2018, Zürich.

- Philippe Kocher: *Tempostudie* (2016, rev. 2019), Violine, Bassklarinette, Akkordeon, UA: 6. Dezember 2019, Zürich.
- Cameron Graham: *abide within plenitude* (2019), Flöte, Klarinette, Violine, Violoncello, Elektronik, Video, UA: 6. Dezember 2019, Zürich.
- Mathieu Corajod: *Critical Control Points* (2020), Altsaxophon, E-Gitarre, Klavier, Schlagzeug, UA: 1. Mai 2021, Basel.
- André Meier: *Machine Behaviour* (2019–2020), Flöte, Trompete, Schlagzeug, Klavier, Kontrabass, Modular-Synthesizer, UA: 20. August 2021, St. Gallen.

Verzeichnis der zitierten Literatur

Adam, Moritz: *Hilfsgeräte* für das *Blum'sche Musik-Chronometer,* in: *Die Kinotechnik* 9 (1927), S. 479–482.

Adams, W. G./Day, R. E., *The Action of Light on Selenium,* in: *Proceedings of the Royal Society of London,* Bd. 25, 1876/1877, S. 113–17.

Ammirante, Paolo/Patel, Aniruddh D./Russo, Frank A.: *Synchronizing to auditory and tactile metronomes: a test of the auditory-motor enhancement hypothesis,* in: *Psychonomic Bulletin & Review* 23 (2016), S. 1882–1890. https://doi.org/10.3758/s13423-016-1067-9

Bach, Carl Philipp Emanuel: *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen,* Berlin 1753.

Badura, Jens et al. (Hg.): *Künstlerische Forschung. Ein Handbuch,* Zürich: Diaphanes 2015. https://doi.org/10.4472/9783037345832

Bagier, Guido: *Probleme des Tonfilms,* in: *Die Musik* 20 (1927), S. 203–204.

Beethoven, Ludwig van: *Briefwechsel. Gesamtausgabe,* Bd. 6, München: Henle 1996.

Bergson, Henri: *Das Mögliche und das Wirkliche,* in: *Denken und schöpferisches Werden. Aufsätze und Vorträge,* Frankfurt am Main: Syndikat 1985, S. 110–125.

Berlioz, Hector: *A travers chants. Études musicale, adoration, boutades et critiques,* Paris: Michel Lévy frères 1862.

Berlioz, Hector: *Correspondance générale. IV. 1851–1855,* hg. von Pierre Citron et al., Paris: Flammarion 1983.

Berlioz, Hector: *Correspondance générale. V. 1855–1859,* hg. von Pierre Citron et al., Paris: Flammarion 1989 (Œuvres littéraires/Hector Berlioz).

Berlioz, Hector: *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes, nouvelle édition revue, corrigée, augmentée de plusieurs chapitres sur les instruments récemment inventés, et suivie de ›L'art du chef d'orchestre‹,* Paris: Schonenberger 1855.

Berlioz, Hector: *Instrumentationslehre. Ergänzt und revidiert von Richard Strauss,* Leipzig: Peters 1905.

Berlioz, Hector: *L'enfance du Christ,* hg. von David Lloyd-Jones, Kassel: Bärenreiter 1998 (Hector Berlioz New Edition of the Complete Works, Volume 11).

Berlioz, Hector: *Le chef d'orchestre. Théorie de son art,* Paris: Schonenberger 1856.

Berlioz, Hector: *Memoiren,* Kassel: Bärenreiter 2007.

Berlioz, Hector: *Mémoires d'Hector Berlioz de 1803 à 1865*, hg. von Peter Bloom, Paris: Vrin 2019.

Berlioz, Hector: *Te Deum*, Paris: Brandus, Dufour et Cie 1855.

Bernard, Jonathan W.: *The Evolution of Elliott Carter's Rhythmic Practice*, in: *Perspectives of New Music* 26 (1988), S. 164–203. https://doi.org/10.2307/833189

Bernard, Jonathan W. (Hg.): *Elliott Carter. Collected Essays and Lectures, 1937–1995*, New York: University of Rochester Press 1997.

Bispham, John: *Rhythm in Music: What is it? Who has it? And Why?*, in: *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 24 (2006), S. 125–134. https://doi.org/10.1525/mp.2006.24.2.125

Blum, Carl Robert: *Das moderne Tonsystem in seiner erweiterten und vervollkommneten Gestaltung*, Berlin: Ries & Erler 1912.

Blum, Carl Robert: *Das Musik Chronometer und seine Bedeutung für Film-, Theater- und allgemeine Musikkultur*, Leipzig: Leuckhart 1926.

Boehmer, Konrad: *Zur Theorie der offenen Form in der neuen Musik*, Darmstadt: Tonos 1967.

Böhm, Hans: *Film-Musik und Musik-Film in Baden-Baden. Ein Bericht über die Musikfeste*, in: *Der Film, die illustrierte Wochenschrift* Nr. 14 (1927), S. 24.

Brech, Martha: *»Können eiserne Brücken nicht schön sein?«. Über das Zusammenwachsen von Technik und Musik im 20. Jahrhundert*, Hofheim: Wolke 2006.

Bregman, Albert S.: *Auditory Scene Analysis*, Cambridge, MA: MIT Press 1990.

Breguet, Emmanuel/Minder, Nicole/Keller, Christine (Hg.): *Abraham-Louis Breguet. Die Uhrmacherkunst erobert die Welt*, Zürich: Schweizerisches Nationalmuseum 2011.

Bullerjahn, Claudia: *Zwischen Patina und High-Tech. Zur Problematik der Rekonstruktion von Stummfilm-Originalkompositionen der 20er Jahre*, in: Ivana Rentsch/Arne Stollberg (Hg.): *Ton-Spuren aus der Alten Welt. Europäische Filmmusik bis 1945*, München: edition text + kritik 2013, S. 66–90.

Burja, Abel: *Beschreibung eines musikalischen Zeitmessers*, Berlin: Petit und Schöne 1790.

Carter, Elliott: *Music and the Time Screen (1976)*, in: Jonathan W. Bernard (Hg.): *Elliott Carter. Collected Essays and Lectures*, S. 262–280.

Carter, Elliott: *String Quartet No. 4*, Boosey & Hawkes 1986.

Carter, Elliott: *The Orchestral Composer's Point of View (1970)*, in: Jonathan W. Bernard (Hg.): *Elliott Carter. Collected Essays and Lectures*, S. 235–250.

Chang, Andrew et al.: *Body sway reflects leadership in joint music performance*, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (2017), E4134–E4141. https://doi.org/10.1073/pnas.1617657114

Choquel, Henry Louis: *La musique rendue sensible par la méchanique ou nouveau système pour apprendre facilement la musique soi-même*, Paris: Christophe Ballard 1759.

Cooke, Mervyn (Hg.): *The Hollywood Film Music Reader*, Oxford: Oxford University Press 2010.

Cowell, Henry: *New Musical Resources,* hg. von David Nicholls, Cambridge: Cambridge University Press 1996. https://doi.org/10.1017/CBO9780511597329

Cowell, Henry: *Quartet Romantic. Quartet Euphometric,* New York: C. F. Peters Corporation 1964.

Crotch, William: *Remarks on the Terms at Present Used in Music, for Regulating the Time,* in: *The Monthly Magazine* 8 (1800), S. 941–43.

Czolbe, Fabian: *Notationale Eigenheiten als Handlungsinitiativen in kreativen Prozessen,* hg. von Fabian Czolbe und David Magnus, Würzburg: Königshausen & Neumann 2015.

Czolbe, Fabian: *Schriftbildliche Skizzenforschung zu Musik. Ein Methodendiskurs anhand Henri Pousseurs Système des paraboles,* Berlin: Mensch und Buch 2014.

Dahlhaus, Carl: *Notenschrift heute,* in: Ernst Thomas (Hg.): *Notation Neuer Musik (= Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik 9),* Mainz: Schott 1965, S. 9–34.

Daniels, Dieter/Schmidt, Barbara U. (Hg.): *Artists as Inventors, Inventors as Artists,* Ostfildern: Hatje Cantz 2008.

Danuser, Hermann: *Die Musik des 20. Jahrhunderts,* Laaber: Laaber 1992 (Neues Handbuch der Musikwissenschaft, Bd. 7).

Dickson, William Kennedy Laurie: *A Brief History of the Kinetograph, the Kinetoscope and the Kineto-Phonograph,* in: *Journal of the Society of Motion Picture Engineers* 21 (1933), S. 435–455. https://doi.org/10.5594/J12965

Dohrn-van Rossum, Gerhard: *Die Geschichte der Stunde,* München: dtv 1995.

Dohrn-van Rossum, Gerhard: *Mechanische Uhren, moderne Zeitordnungen und die Wissenschaften im Spätmittelalter,* in: Wolfgang Kautek/Reinhard Neck/Heinrich Schmidinger (Hg.): *Zeit in den Wissenschaften,* Wien: Böhlau 2016, S. 9–44. https://doi.org/10.7767/9783205205715-002

Dolan, Robert Emmett: *Music in Modern Media. Techniques in Tape, Disc and Film Recording, Motion Picture and Television Scoring and Electronic Music,* New York: Schirmer 1967.

Duboscq, Jules: *Catalogue des appareils employés pour la production des phénomènes physiques au théâtre,* Paris: chez J. Duboscq 1877.

Duckworth, William: *Talking Music. Conversations with John Cage, Philip Glass, Laurie Anderson, and five generations of American experimental composers,* New York: Schirmer 1995.

Eco, Umberto: *Das offene Kunstwerk,* Frankfurt am Main: Suhrkamp 1973.

Edison, Thomas A.: *The Phonograph and Its Future,* in: *The North American Review* 126 (1878), S. 527–536.

Eisler, Hanns: *Aus meiner Praxis [Über die Verwendung der Musik im Tonfilm] 1936,* in: *Hanns Eisler, Materialien zu einer Dialektik der Musik,* hg. von Manfred Grabs, Leipzig: Reclam 1973, S. 137–141.

Eisner, Lotte H.: *Kammermusik oder Filmmusik – Die Hauptsache ist gute Musik. Ein Gespräch mit Professor Paul Hindemith,* in: *Hindemith-Jahrbuch 1990/XIX,* Mainz: Schott 1990, S. 79–82.

Ewen, David: Art. *Ghent, Emmanuel,* in: *American Composers. A Biographical Dictionary,* London: Robert Hale 1983, S. 253–256.

Eyman, Scott: *The Speed of Sound. Hollywood and the Talkie Revolution, 1926–1930,* New York: Simon & Schuster 1997.

Fauquet, Joël-Marie: *L'imagination scientifique de Berlioz,* in: Joël-Marie Fauquet/Catherine Massip/Cécile Reynaud (Hg.): *Berlioz: textes et contextes,* Paris: Société française de musicologie 2011, S. 167–180.

Fétis, François-Joseph: Art. *Choquel (Henri-Louis),* in: *Biographie universelle des musiciens,* 2me éd. Tome 2, Paris: Firmin-Didot Frères, Fils et Cie 1867.

Fétis, François-Joseph: *La Musique mise à la portée de tout le monde. Exposé succint de tout ce qui est nécessaire pour juger de cet art, et pour en parler sans l'avoir étudié,* Paris: Paulin 1832.

Finocchiaro, Francesco: *New Objectivity and Abstract Cinema,* in: *Musical Modernism and German Cinema From 1913 to 1933,* Cham: Palgrave Macmillan 2017, S. 194–194. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58262-7_9

Forkel, Johann Nikolaus: *Ueber Johann Sebastian Bachs Leben, Kunst und Kunstwerke,* Leipzig: Hoffmeister & Kühnel 1802.

Fuchs, Maria: *Stummfilmmusik. Theorie und Praxis im »Allgemeinen Handbuch der Film-Musik« (1927),* Marburg: Schüren 2016. https://doi.org/10.5771/9783741000874

Fuhrmann, Wolfgang: *Notation als Denkform. Zu einer Mediengeschichte der musikalischen Schrift,* in: Karin Bicher/Jin-Ah Kim/Jutta Toelle (Hg.): *Musiken. Festschrift für Christian Kaden,* Berlin: Ries & Erler 2011.

Gabrielli, Leonardo/Squartini, Stefano: *Wireless Networked Music Performance,* Singapore 2016. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0335-6

Gagne, Cole/Caras, Tracy: *Soundpieces. Interviews with American Composers,* Metuchen: Scarecrow Press 1982.

Galilei, Galileo: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti la meccanica e i movimenti locali,* Leiden: Elsevier 1638.

Gan, Lingyu et al.: *Synchronization to a bouncing ball with a realistic motion trajectory,* in: *Scientific Reports* 5 (2015), S. 1–9. https://doi.org/10.1038/srep11974

Gann, Kyle: *The Music of Conlon Nancarrow,* Cambridge: Cambridge University Press 1995.

Garity, William: *The Production of Animated Cartoons,* in: *Journal of the SMPE* 20 (1933), S. 309–322. https://doi.org/10.5594/J10141

Ghent, Emmanuel: *Dithyrambos,* New York: Oxford University Press 1976.

Ghent, Emmanuel: *Further Studies in Compositional Algorithms,* in: *Proceedings of the International Computer Music Conference,* 1978.

Ghent, Emmanuel: *Interactive Compositional Algorithms,* in: *Proceedings of the International Computer Music Conference,* 1977.
Ghent, Emmanuel: *Programmed Signals to Performers. A New Compositional Resource,* in: *Perspectives of New Music* 6 (1967), S. 96–106. https://doi.org/10.2307/832411
Ghent, Emmanuel: *The Coordinome in Relation to Electronic Music,* in: *Electronic Music Review* 1 (1967), S. 33–43.
Giuriato, Davide/Stingelin, Martin/Zanetti, Sandro (Hg.): *»Schreiben heißt: sich selber lesen« Schreibszenen als Selbstlektüren,* München: Willhelm Fink 2008.
Gottl-Ottlilienfeld, Friedrich von: *Wirtschaft und Technik,* Tübingen: J. C. B. Mohr 1923 (Grundriss der Sozialökonomie, II. Teil).
Gronostay, Walter: *Die Möglichkeiten der Musikanwendung im Tonfilm,* in: *Melos* 8 (1929), S. 317–318.
Grosch, Nils: *Die Musik der Neuen Sachlichkeit,* Stuttgart u. a.: Metzler 1999. https://doi.org/10.1007/978-3-476-03771-8
Grüny, Christian: *Notieren,* in: Jens Badura et al. (Hg.): *Künstlerische Forschung,* S. 185–188. https://doi.org/10.4472/9783037345832.0036
Harding, Rosamond Evelyn Mary: *The Metronome and it's* [sic] *precursors,* Henley-on-Thames: Gresham Books 1983.
Harms, Rudolf: *Philosophie des Films. Seine Ästhetischen und Metaphysischen Grundlagen,* Leipzig: Meiner 1926 (Unveränderter fotomechanischer Nachdruck der Originalausgabe, Zürich: Hans Rohr 1970).
Harrison, John: *Description concerning such a Mechanism as will afford a nice and true Mensuration of Time,* London: Printed for the author 1775.
Häusler, Josef: *Spiegel der Neuen Musik: Donaueschingen. Chronik – Tendenzen – Werkbesprechungen,* Kassel: Bärenreiter 1996.
Hentschel, Frank: *Von der gefühlten zur gemessenen Zeit. Die Entstehung der Mensuralmusik und die Erfindung der mechanischen Uhr,* in: *Acta musicologica* 86 (2014), S. 5–30.
Herbert, Stephen: *Industry, Liberty, and a Vision. Wordsworth Donisthorpe's Kinesigraph,* London: The Projection Box 1998.
Hermelink, Siegfried: *Die Tabula compositoria. Beiträge zu einer Begriffsbestimmung,* in: *Festschrift für Heinrich Besseler,* Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Musik 1961, S. 221–230.
Herzfeld, Gregor: *Nancarrows erhabene Zeitspiele,* in: *Archiv für Musikwissenschaft* 64 (2007), S. 285–305.
Heyde, Herbert: *Grundlagen des natürlichen Systems der Musikinstrumente,* Leipzig: Deutscher Verlag für Musik 1975.
Hindemith, Paul: *Aufsätze, Vorträge, Reden,* hg. von Giselher Schubert, Zürich: Atlantis 1994.
Holliger, Heinz: *Abseits des Mainstreams,* in: *Neue Zeitschrift für Musik* 152 (1991), S. 4–9.

Honegger, Arthur: *Du cinéma sonore à la musique réelle,* in: Mathias Spohr (Hg.): *Swiss Film Music. Anthology 1923–2012,* Zürich: Chronos 2014, S. 149–153.

Honing, Henkjan: *From Time to Time: The Representation of Timing and Tempo,* in: *Computer Music Journal* 25 (2001), S. 50–61. https://doi.org/10.1162/014892601753189538

Jacobs, Lea: *Film Rhythm After Sound. Technology, Music, and Performance,* Oakland: University of California Press 2015. https://doi.org/10.1525/9780520960015

James, Stuart et al.: *Establishing connectivity between the existing networked music notation packages Quintet.net, Decibel ScorePlayer and MaxScore,* in: *International Conference on Technologies for Music Notation and Representation* (2017), S. 171–183.

Jerold, Beverly: *Numbers and Tempo: 1630–1800,* in: *Performance Practice Review* 17 (2012), S. 1–16. https://doi.org/10.5642/perfpr.201217.01.04

Jewanski, Jörg: *Walter Ruttmanns abstrakter Kurzfilm OPUS III (1924) mit der Musik von Hanns Eisler (1927). Möglichkeiten und Grenzen einer Rekonstruktion,* in: *Kieler Beiträge zur Filmmusikforschung* 12 (2016), S. 353–394.

Johnson, Steven: *Henry Cowell, John Varian, and Halcyon,* in: *American Music* 11 (1993), S. 1–27. https://doi.org/10.2307/3052445

Jossé, Harald: *Die Entstehung des Tonfilms. Beitrag zu einer faktenorientierten Mediengeschichtsschreibung,* Freiburg im Breisgau/München: Karl Alber 1984.

Karkoschka, Erhard: *Das Schriftbild der Neuen Musik,* Celle: Hermann Moeck 1966.

Kircher, Athanasius: *Musurgia universalis sive Ars magna consoni et dissoni in X libros digesta,* Rome: Francesco Corbelletti 1650.

Kocher, Philippe: *Polytempo Composer: A Tool for the Computation of Synchronisable Tempo Progressions,* in: *Proceedings of the Sound and Music Computing Conference,* Hamburg 2016, S. 238–242.

Kocher, Philippe: *Polytempo Network: A System for Technology-Assisted Conducting,* in: *Proceedings of the International Computer Music Conference,* Athens 2014, S. 532–535.

Kocher, Philippe: *Rhythmische Techniken in der Musik von Elliott Carter,* in: Benjamin Lang (Hg.): *Lost in Contemporary Music? Neue Musik analysieren,* Regensburg: ConBrio 2017, S. 11–54.

Koetsier, Teun: *On the prehistory of programmable machines: Musical automata, looms, calculators,* in: *Mechanism and Machine Theory* 36 (2001), S. 589–603. https://doi.org/10.1016/S0094-114X(01)00005-2

Krämer, Sybille: *Friedrich Kittler – Kulturtechnik der Zeitachsenmanipulation,* in: Alice Lagaay/David Lauer (Hg.): *Medientheorien. Eine philosophische Einführung,* Frankfurt am Main: Campus 2004, S. 201–224.

Krämer, Sybille/Cancik-Kirschbaum, Eva/Totzke, Rainer (Hg.): *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen,* Berlin: Akademie 2012. https://doi.org/10.1524/9783050057811

Krenek, Ernst: *Im Atem der Zeit. Erinnerungen an die Moderne,* Hamburg: Hoffmann und Campe 1998.

L'Affilard, Michel: *Principes très faciles pour bien apprendre la musique,* 5. Aufl., Paris: Christophe Ballard 1705.

Lehmann, Harry: *Die digitale Revolution der Musik. Eine Musikphilosophie,* Mainz: Schott 2012.

Leifs, Jón: *»Deutsche Kammermusik« in Baden-Baden,* in: *Signale für die musikalische Welt* 85 (1927), S. 1129–1132.

Levitin, Daniel J./Grahn, Jessica A./London, Justin: *The Psychology of Music: Rhythm and Movement,* in: *Annual Review of Psychology* 69 (2018), S. 51–75. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011740

Lichtenwanger, William: *The Music of Henry Cowell. A Descriptive Catalog,* New York: Institute for Studies in American Music 1986.

Ligeti, György: *Magyar Etüdök (Ungarische Etüden) nach Gedichten von Sándor Weöres,* Mainz: Schott 1983.

Link, John F.: *Long-Range Polyrhythms in Elliott Carter's Recent Music,* Diss., The City University of New York, 1994.

London, Justin et al.: *Tapping doesn't help: Synchronized self-motion and judgments of musical tempo,* in: *Attention, Perception, & Psychophysics* 81 (2019), S. 2461–2472. https://doi.org/10.3758/s13414-019-01722-7

Loulié, Étienne: *Éléments ou principes de musique mis dans un nouvel ordre,* Paris: Christophe Ballard 1696.

Ludwig, Otto: *Lesen, um zu schreiben: ein schreibtheoretischer Aufriss,* in: Davide Giuriato/Martin Stingelin/Sandro Zanetti (Hg.): *»Schreiben heißt: sich selber lesen« Schreibszenen als Selbstlektüren,* München: Willhelm Fink 2008, S. 301–311. https://doi.org/10.30965/9783846746547_015

Macdonald, Hugh: *Berlioz and the metronome,* in: Peter Bloom (Hg.): *Berlioz Studies,* Cambrigde: Cambridge University Press 1992, S. 17–36. https://doi.org/10.1017/CBO9780511551420.003

Mace, Thomas: *Musick's Monument,* London: T. Ratcliffe & N. Thompson 1676.

Magnusson, Thor: *Sonic Writing. Technologies of Material, Symbolic and Signal Inscriptions,* New York: Bloomsbury Academic 2019. https://doi.org/10.5040/9781501313899

Marschalk, Max: *Kunst und Kunsthandwerk. Deutsche Kammermusik Baden-Baden 1927,* in: *Vossische Zeitung. Berlinische Zeitung von Staats- und gelehrten Sachen* Nr. 176 (24. Juli), zweite Beilage (1927).

Martin, David: *An Early Metronome,* in: *Early Music* 16 (1988), S. 90–92. https://doi.org/10.1093/earlyj/XVI.1.90

Marx, Adolf Bernhard: Art. *Chronometer,* in: *Encyclopädie der gesammten musikalischen Wissenschaften, oder Universal-Lexicon der Tonkunst,* Bd. 2, Stuttgart: Franz Heinrich Köhler 1840, S. 239–241.

Mathews, M. V./Moore, F. R.: *Groove – A Program to Compose, Store, and Edit Functions of Time,* in: *Communications of the ACM* 13 (1970), S. 715–721. https://doi.org/10.1145/362814.362817

Mayer, Arno: *The Persistence of the Old Regime,* London: Verso 2010.

Mersenne, Marin: *Harmonie universelle,* Paris: Sebastien Cramoisy 1636.

Messiaen, Olivier: *Technique de mon langage musical,* Paris: Alphonse Leduc 1944.

Messter, Oskar: *Mein Weg mit dem Film,* Berlin: Max Hess 1936.

Metz, Günther: *Paul Hindemith und Freiburg,* in: *Hindemith-Jahrbuch 2004/XXXIII,* Mainz: Schott 2004, S. 165–213.

Mikolajczyk, Kurt Andrew: *Dynamic Polytemporality,* Master thesis, University of Sydney; Sydney Conservatorium of Music; Performance Studies (SCM), Dez. 2018.

Milhaud, Darius: *Experimenting with Sound Films,* in: *Modern Music* 7 (1930), S. 11–14.

Moncel, Theodose du: *Application de l'électricité aux instruments musicaux,* in: F. Boudoin et al. (Hg.): *La musique historique, méthodes et instruments,* Paris: Eugène Lacroix et Cie 1886, S. 89–117.

Moncel, Theodose du: *Exposé des applications de l'électricité. Tome troisième. Applications mécaniques, physiques et physiologiques,* Paris: L. Hachette et Ce 1857.

Motte-Haber, Helga de la/Strauch, Hedemarie: *Zur Authentizität der Filmvorlage für Eislers erste Filmkomposition,* in: Christian Kuntze (Hg.): *Komposition für den Film. Dokumente und Materialien zu den Filmkompositionen Hanns Eislers,* Berlin: Freunde d. Dt. Kinemathek 1982.

Mozart, Leopold: *Versuch einer gründlichen Violinschule,* Augsburg 1756.

Mozart, Wolfgang A. et al.: *Mozart. Briefe und Aufzeichnungen. Gesamtausgabe,* Bd. II: 1777–1779, Kassel: Bärenreiter 1962.

Nemire, Julie A: *Convergence Points in Conlon Nancarrow's Tempo Canons,* in: *Music Theory Online* 20 (2014). https://doi.org/10.30535/mto.20.1.6

Nietzsche, Friedrich: *Schreibmaschinentexte,* hg. von Stefan Günzel/Rüdiger Schmidt-Grépály, Weimar: Bauhaus-Universität 2002.

Nonnenmann, Rainer: *Invention durch Notation. Von der Verfertigung musikalischer Gedanken beim Schreiben,* in: *NZfM* 169 (2008), S. 20–25.

Ogborn, David: *Network Music and the Algorithmic Ensemble,* in: Roger T. Dean/Alex McLean (Hg.): *The Oxford Handbook of Algorithmic Music,* New York: Oxford University Press 2018, S. 345–361. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190226992.013.7

Opelt, Friedrich Wilhelm: *Allgemeine Theorie der Musik auf dem Rhythmus der Klangwellenpulse und durch neue Versinnlichungsmittel erläutert,* Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1852.

Ortiz Morales, Jesús Manuel: *El synchro-ciné o ciné-pupitre de Charles Delacommune,* Diss., Universidad de Málaga, 2012.

Oursel, Noémi-Noire: *Nouvelle biographie normande,* Paris: Picard 1886–1912.

Pajot, Louis-Léon: *Description et usage d'un métromètre, ou machine pour battre les mesures & les temps de toutes sortes d'airs,* in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences,* Paris: Imprimerie royale 1732, S. 182–196.

Palisca, Claude V.: *Music and Science in the Age of Galileo,* hg. von Victor Coelho, Dordrecht: Springer Netherlands 1992, S. 143–151. https://doi.org/10.1007/978-94-015-8004-5_9

Parikka, Jussi: *What is Media Archaeology?,* Cambridge: Polity Press 2012.

Pauli, Hansjörg: *Filmmusik: Stummfilm,* Stuttgart: Klett-Cotta 1981.

Plebuch, Tobias: *Zeitarbeit: Das Zusammenspiel von Menschen, Maschinen und Musik in der Entwicklung von Tonfilmtechniken,* in: Marion Saxer (Hg.): *Spiel (mit) der Maschine: Musikalische Medienpraxis in der Frühzeit von Phonografie, Selbstspielklavier, Film und Radio,* Bielefeld: transcript 2016, S. 177–210. https://doi.org/10.1515/9783839430361-010

Preussner, Eberhard: *Deutsche Kammermusik Baden-Baden 1927,* in: *Die Musik* 19 (1927), S. 884–892.

Przyborski, Aglaja/Wohlrab-Sahr, Monika: *Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch,* 4., erweiterte Auflage, München: Oldenbourg 2014. https://doi.org/10.1524/9783486719550

Quantz, Johann Joachim: *Versuch einer Anweisung die Flöte traversiere zu spielen,* Berlin 1752.

Rameau, Jean-Philippe: *Traité de L'Harmonie. Reduite à ses Principes naturels,* Paris: Christophe Ballard 1722.

Rauch, Bruno: *Grenzen Überwinden,* in: *Musik & Theater* Special Edition Lucerne Festival (2013), S. 22–25.

Reidemeister, Peter: *Körper, Seele, Musik, Maschine – Relationen und Wandlungen,* in: *Klang (ohne) Körper. Spuren und Potenziale des Körpers in der elektronischen Musik,* hg. von Michael Harenberg/Daniel Weissberg, Bielefeld: transcript, S. 45–74. https://doi.org/10.1515/9783839411667-002

Richards, Annette: *Automatic Genius: Mozart and the Mechanical Sublime,* in: *Music & Letters* 80 (1999), S. 366–389. https://doi.org/10.1093/ml/80.3.366

Rockwell, John: Art. *Experimental music,* in: H. Wiley Hitchcock/Stanley Sadie (Hg.): *The New Grove Dictionary of American Music,* Bd. 2, S. 91–95.

Ropohl, Günter: *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik,* 3., überarbeitete Auflage, Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe 2009. https://doi.org/10.26530/OAPEN_422388

Saint Lambert, Michel de: *Les Principes du clavecin,* Paris: Christophe Ballard 1702.

Sauveur, Joseph: *Principes d'acoustique et de musique, ou Système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique. Inséré dans les Mémoires de 1701 de l'Académie royale des sciences,* Paris 1701.

Saxer, Marion: *Spiel (mit) der Maschine. Musikalische Medienpraxis in der Frühzeit von Phonographie, Selbstspielklavier, Film und Radio,* Bielefeld: transcript 2016. https://doi.org/10.1515/9783839430361

Schedel, Margaret: *Anticipating Interactivity: Henry Cowell and the Rhythmicon,* in: *Organised Sound* 7 (2002), S. 247–254. https://doi.org/10.1017/S1355771802003047

Schiff, David: *The Music of Elliott Carter,* Ithaka, New York: Cornell University Press 1998. https://doi.org/10.7591/9781501718366

Slonimsky, Nicolas: *Perfect Pitch. A Life Story,* Oxford: Oxford University Press 1988.

Smirnov, Andrey: *Sound in Z. Experiments in Sound and Electronic Music in Early 20th Century Russia,* London: Koenig Books 2013.

Specification of the Patent granted to John Maelzel, in: *The Repertory of Arts, Manufactures and Agriculture,* Volume XXXIII, 2nd Series, London: Printed for J. Wyatt 1818, S. 7–13.

Stöckel, G. E.: *Abhandlung ueber die Wichtigkeit der richtigen Zeitbewegung eines Tonstücks, nebst einer Beschreibung meines* musikalischen Chronometers *und dessen Anwendung für Komponisten, Ausführer, Lehrer und Lernende der Tonkunst,* in: *Allgemeine musikalische Zeitung* 2 (1800), Sp. 657–666 und 673–679.

Stockhausen, Karlheinz: *Musik und Graphik,* in: *Texte zur elektronischen und Instrumentalen Musik: Aufsätze 1952–1962 zur Theorie des Komponierens,* Köln: DuMont 1963, S. 176–188.

Stockhausen, Karlheinz: *Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles. Aufsätze 1952–1962 zur musikalischen Praxis,* Köln: DuMont 1988.

Strobel, Heinrich: *Deutsche Kammermusik Baden-Baden 1928,* in: *Melos* 7 (1928), S. 423–426.

Strobel, Heinrich: *Film und Musik. Zu den Baden-Badener Versuchen,* in: *Melos* 7 (1928), S. 343–347.

Suchalla, Ernst (Hg.): *Carl Philipp Emanuel Bach, Briefe und Dokumente: Kritische Gesamtausgabe,* Bd. 1, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1994.

Toro Pérez, Germán: *Komponieren,* in: Jens Badura et al. (Hg.): *Künstlerische Forschung,* S. 173–175. https://doi.org/10.4472/9783037345832.0033

Türk, Daniel Gottlob: *Klavierschule oder Anweisung zum Klavierspielen für Lehrer und Lernende,* Leipzig 1789.

Ungeheuer, Elena: *Schriftbildlichkeit als operatives Potential in Musik,* in: Sybille Krämer/Eva Cancik-Kirschbaum/Rainer Totzke (Hg.): *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen,* Berlin: Akademie 2012, S. 167–182. https://doi.org/10.1524/9783050057811.167

Van Tiggelen, Philippe John: *Über die Priorität der Erfindung des Metronoms,* in: Herbert Schneider (Hg.): *Aspekte der Zeit in der Musik. Alois Ickstadt zum 65. Geburtstag,* Hildesheim: Georg Olms 1997, S. 98–126.

Vaulabelle, Alfred de/Hémardinquer, Charles: *La Science au théâtre. Étude sur les procédés scientifiques en usage dans le théâtre moderne,* Paris: Henry Paulin et Cie 1908.

Weber, Gottfried: *Noch einmal ein Wort über den musikalischen Chronometer oder Tactmesser. Gespräch zwischen einem Componisten und einem Musik-Director,* in: *Allgemeine musikalische Zeitung* 15 (1813), Sp. 441–447.

Weber, Gottfried: *Über eine chronometrische Tempobezeichnung, welche den Mälzel'schen Metronome, so wie jede andere Chronometer-Maschine entbehrlich macht,* in: *AMZK* 1 (1817), Sp. 204–209.

Wedel, Michael: *Der deutsche Musikfilm. Archäologie eines Genres 1914–1945,* München: edition text + kritik 2007.

Wedel, Michael: *Vom Synchronismus zur Synchronisation. Carl Robert Blum und der frühe Tonfilm,* in: *Weltwunder der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte der Filmtechnik* 6 (2002), hg. von Joachim Polzer, S. 97–112.

Wegele, Peter: *Der Filmkomponist Max Steiner (1888–1971),* Wien: Böhlau 2012. https://doi.org/10.26530/OAPEN_453612

Weiss, Marcus/Netti, Giorgio: *The Techniques of Saxophone Playing/Die Spieltechnik des Saxophons,* Kassel: Bärenreiter 2010.

Weißmann, Adolf: *Die Entgötterung der Musik,* Stuttgart u. a.: Deutsche Verlags-Anstalt 1928.

Wenk, Adam Heinrich: *Beschreibung eines Chronometers oder musikalischen Taktmessers,* Magdeburg: Keil 1798.

Wierzbicki, James Eugene/Platte, Nathan/Roust, Colin: *The Routledge Film Music Sourcebook,* New York: Routledge 2012, S. 64–67.

Xenakis, Iannis: *Musiques formelles,* Paris: Richard-Masse 1963 (La Revue musicale: double numéro spécial 253 et 254).

Yan, Hong-Sen: *Su Song's Escapement Regulator,* in: *Reconstruction Designs of Lost Ancient Chinese Machinery,* Dordrecht: Springer Netherlands 2007, S. 163–198.

Zacconi, Lodovico: *Prattica di Musica,* Venetia: Appresso Girolamo Polo 1592. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6460-9_6

Zehnder, Matthias: *Die digitale Kränkung. Über die Ersetzbarkeit des Menschen,* Basel: NZZ Libro 2019.

Zielinski, Siegfried: *Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens,* Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch 2002.

Zielinski, Siegfried/Wiedemann, Eilhard: *Allah's Automata: Artifacts of the Arab-Islamic Renaissance (800–1200),* Ostfildern: Hatje Cantz 2015.

Zimmermann, Heidy: *Notationen Neuer Musik zwischen Funktionalität und Ästhetik,* in: Hubertus von Amelunxen/Dieter Appelt/Peter Weibel (Hg.): *Notation. Kalkül und Form in den Künsten,* Berlin: Akademie der Künste 2008, S. 198–211.